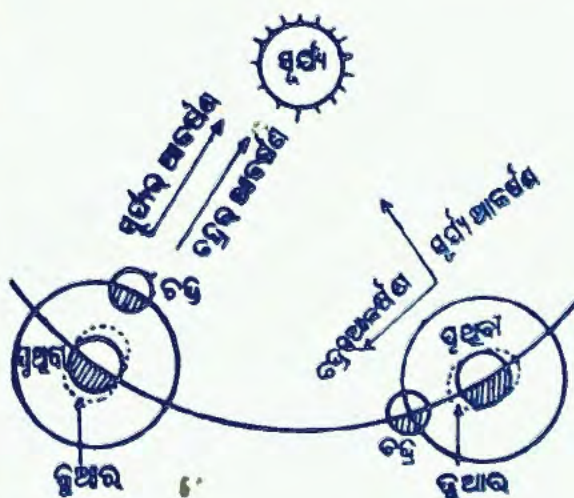
ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତି

ଡକ୍ଟର ଭବାନୀଶଙ୍କର ଆଚାର୍ଯ୍ୟ



ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତି

ଡକ୍ଟର୍ ଭବାନୀ ଶଙ୍କର ଆଚାର୍ଯ୍ୟ
ସାଇନ୍‌ଟିଷ୍ଟ, ରିଜିଓନାଲ୍ ରିସର୍ଚ୍ଚ ଲାବୋରେଟୋରୀ
ଭୁବନେଶ୍ୱର

ଗାୟତ୍ରୀ ପ୍ରକାଶିନୀ

ପ୍ରକାଶକ :
ଗାୟତ୍ରୀ ପ୍ରକାଶିନୀ,
ସୂତାହାଟ, କଟକ – ୧

ମୁଦ୍ରକ :
ଅପ୍‌ଟିମା ପ୍ରିଣ୍ଟସ୍, କଟକ – ୧

ପ୍ରଥମ ମୁଦ୍ରଣ : ମାର୍ଚ୍ଚ, ୧୯୯୪

ମୂଲ୍ୟ : ଟ ୩୫.୦୦
ସାଦା ବନ୍ଧେଇ : ଟ ୩୦.୦୦

।। ବିଷୟ ସୂଚୀ ।।

□ □ □

ପ୍ରଥମ ଅଧ୍ୟାୟ

ସୂର୍ଯ୍ୟ ସକଳ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ

ସୌରଶକ୍ତି ପୃଥିବୀର ସମସ୍ତ ଜୀବନର ଆଧାର। ବାସ୍ତବରେ ସକଳ ଶକ୍ତିର ଆଧାର ସୂର୍ଯ୍ୟ ଶକ୍ତିର ଏକ ଅସରନ୍ତି ଉତ୍ସ। ସୂର୍ଯ୍ୟ ବିନା ଏ ପୃଥିବୀ ତମସାଚ୍ଛନ୍ନ, ଶୀତଳ, ଗତିଶୂନ୍ୟ ଏବଂ ଉଦ୍‌ଭିଦ ଓ ପ୍ରାଣୀଶୂନ୍ୟ, ଆବର୍ଜନାପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇପଡ଼ିଥାନ୍ତା। ତଥାପି ଆମେ ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନଯାପନରେ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ଭୁଲିଯାଇଥାଉ। ତା' ଛଡ଼ା ଏହା ଯେ ଅତୀତରେ ପୃଥିବୀରେ ଜୀବ ସୃଷ୍ଟି ପାଇଁ ଅବସ୍ଥା ସୃଷ୍ଟି କରିଥିଲା, ତାହା ମଧ୍ୟ ଭୁଲିଯାଉ। ତେବେ କେବଳ ଆଜିର ମାନବ ନୁହେଁ, ସୃଷ୍ଟିର ପ୍ରାରମ୍ଭରୁ ମଣିଷର ଜ୍ଞାନ ହେବାଠାରୁ ସେ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କୁ ଏକ ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ଥାନ ଦେଇଛି। ଋଗ୍‌ବେଦର ପ୍ରଥମ ମନ୍ତ୍ରରେ ଏହି ବାଣୀ ସ୍ଫୁରିତ ହୋଇଛି– ଓଁ ଅଗ୍ନିମୀଳେ ପୁରୋହିତଂ ଯଜ୍ଞସ୍ୟ ଦେବମୃତ୍ୱିଜମ୍। ହୋତାରଂ ରତ୍ନଧାତମମ୍। ସୃଷ୍ଟିର ଆଦିମ ଋଷି ଭାବତନ୍ମୟ ହୋଇ ସୃଷ୍ଟିର ସ୍ରଷ୍ଟାଙ୍କୁ ପ୍ରାର୍ଥନା କରିଛନ୍ତି। ଏହି ଅଗ୍ନିଙ୍କର ସ୍ୱରୂପ, ପ୍ରକାଶସ୍ୱରୂପ, ସର୍ବଜ୍ଞ, ଗତିଦାତା, ଚୈତନ୍ୟମୟ ଏବଂ ଅଗ୍ରଣୀ। ବିଶ୍ୱ ଏକ ଅଦ୍ଭୁତ ଯଜ୍ଞ। ଅଗ୍ରଣୀ ପରମାତ୍ମା ବିଶ୍ୱରୂପୀ ଏହି ଯଜ୍ଞର ପ୍ରକାଶକ ଅଟନ୍ତି। ଜୀବଙ୍କର ହିତସାଧନ ପାଇଁ ଏହି ସୃଷ୍ଟି ପ୍ରକ୍ରିୟାର ପୁରୋଭାଗରେ ବିଦ୍ୟମାନ୍ ଥିବାରୁ ସେ ହିଁ ବିଶ୍ୱଯଜ୍ଞର ପୁରୋହିତ। ଋତୁ ବା ସୃଷ୍ଟି ବ୍ୟବସ୍ଥାର ସ୍ରଷ୍ଟା ହେତୁ ସେ ଋତ୍ୱିକ୍। ହେ ପ୍ରକାଶକ! ଦେବତ୍ୱର ବିକାଶ ପାଇଁ ଆଲୋକ ପ୍ରଦାନ କର। ହେ ଅଗ୍ରଣୀ! ଯଜ୍ଞମାର୍ଗରେ ମୋତେ ପରିଚାଳିତ କର।

ଏଠାରେ ଯେଉଁ ଅଗ୍ନିଙ୍କ କଥା କୁହାଯାଇଛି, ତାହା ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କୁ ହିଁ ବୁଝାଏ। କାରଣ ସୃଷ୍ଟି ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୂର୍ଯ୍ୟଯୋଗୁଁ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଛି। ବିଜ୍ଞାନର ବିଗ୍ ବ୍ୟାଙ୍ଗ (Big Bang) ବା ମହାବିସ୍ଫୁରଣ ତଥ୍ୟ ଅନୁସାରେ ପୃଥିବୀ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି। ପ୍ରକୃତରେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ପୃଥିବୀରେ ମିଳୁଥିବା ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ବା ପରୋକ୍ଷ ଭାବେ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ହିଁ ମିଳିଥାଏ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଧରାପୃଷ୍ଠକୁ ଉଷ୍ମ ରଖିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଆଲୋକ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଦାନ କରେ।

ପୃଥିବୀର ଉତ୍ପତ୍ତି ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟ :

ବିଗ୍ ବ୍ୟାଙ୍ଗ୍ (Big Bang) ବା ମହାବିସ୍ଫୁରଣ ତଥ୍ୟ ଅନୁଯାୟୀ ପୃଥିବୀ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ଉତ୍ପତ୍ତି ହୋଇଛି ବୋଲି କୁହାଯାଇଛି। ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ, ଅର୍ଥାତ୍ ପୃଥିବୀର ସୃଷ୍ଟି ପୂର୍ବରୁ, ମହାକାଶରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ କରୁଥିଲା। ସେ ସମୟରେ କୌଣସି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ପ୍ରକାଣ୍ଡ ନକ୍ଷତ୍ର ସୂର୍ଯ୍ୟ ପାଖ ଦେଇ ଗତିକରିବା ଫଳରେ ଏହି ନକ୍ଷତ୍ରର ଆକର୍ଷଣ ଯୋଗୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର କିଛି ଅଂଶ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ହୋଇ ମହାକାଶରେ ନିପତିତ ହେଲା। ମାତ୍ର ଏହା ଏହି ପ୍ରକାଣ୍ଡ ନକ୍ଷତ୍ର ପଛରେ ଗତି କରି ପାରିଲା ନାହିଁ– ଫଳରେ ଏହି ବିଖଣ୍ଡିତ ବସ୍ତୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଘୂରିବୁଲିଲା। ଏହିଭଳି ଭାବେ ବିଭିନ୍ନ ଗ୍ରହ ସୃଷ୍ଟିହୋଇ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଚାରିପଟେ ପରିକ୍ରମା କରିବାକୁ ଲାଗିଲେ। ପୃଥିବୀ ଆଜିଠାରୁ ପ୍ରାୟ 40,000ରୁ 50,000 ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବାର ଅନୁମାନ କରାଯାଏ। ପ୍ରଥମେ ଏହା ତରଳ ଏବଂ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିଲା। କ୍ରମେ ଉପରଭାଗ ଥଣ୍ଡା ହେବା ଫଳରେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ତିଆରି ହେଲା। ଗରମ କ୍ଷୀର ଥଣ୍ଡା ହେଲେ ଯେପରି ଉପରେ ସର ପଡ଼ିଯାଏ ସେହିପରି ପୃଥିବୀର ପ୍ରଥମ ଅବସ୍ଥା ଥିଲା। ଏବେ ମଧ୍ୟ ପୃଥିବୀକୁ ଖୋଳିଲେ ଉତ୍ତପ୍ତ ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପଦାର୍ଥ ମିଳିଥାଏ।

ଏହି ପୃଥିବୀ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଚାରିପଟେ ନିଜ କକ୍ଷ ପଥରେ ଘୂରିବା ସମୟରେ (ବାର୍ଷିକ ଗତି) ନିଜ ଅକ୍ଷରେ ଥାଏ। ଦୈନିକ ଗତି ଫଳରେ ଏହାର ଗୋଟାଏ ପାଖ ଆଲୋକିତ ହେଲେ ଅନ୍ୟ ପାଖଟି ଅନ୍ଧାର ଥାଏ। ସୌରଶକ୍ତି ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠକୁ ଉଷ୍ମ ରଖେ ଏବଂ ଏହା ପ୍ରାୟ 150 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ। ସୂର୍ଯ୍ୟ ନଥିଲେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଏତେ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଥାଆନ୍ତା ଯେ ଏହାର ତାପ Absolute Zero ବା ପରମଶୂନ୍ୟାଙ୍କ –273 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲ୍‌ସିୟସ୍ ତାପମାନ ପାଖାପାଖି ରହନ୍ତା। ଫଳରେ ସମସ୍ତ ସମୁଦ୍ରର ଜଳ ବରଫ ପାଲଟି ଯାଆନ୍ତା ଏବଂ ଋତୁଚକ୍ର ବନ୍ଦହେବା ଫଳରେ ଧରାପୃଷ୍ଠରେ ଜୀବନ ସଞ୍ଚାର ଅସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଆନ୍ତା। ତେଣୁ ପୃଥିବୀର ସୃଷ୍ଟି ଏବଂ ଏଥିରେ ଜୀବନ ସଞ୍ଚାର ସୂର୍ଯ୍ୟ ଯୋଗୁ ସମ୍ଭବ ହୋଇଛି କହିଲେ ଅତ୍ୟୁକ୍ତି ହେବନାହିଁ।

ସୃଜନୀଶକ୍ତି ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟ :

ସୌରଶକ୍ତି ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ଜୀବନଶକ୍ତି ସଞ୍ଚାର କରିବାରେ ସମର୍ଥ ହୋଇଥିଲା। ପୃଥିବୀ ସୃଷ୍ଟି ହେବାର ପ୍ରାୟ 1000 ଲକ୍ଷ ବର୍ଷପରେ ଆଦିମ (ପ୍ରିମିଟିଭ୍) ବ୍ୟାକ୍‌ଟେରିଆ

ଭଳି ଭୂତାଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିଲା। ସୌରଶକ୍ତି ଏହି ବ୍ୟାକ୍‌ଟେରିଆ ବା ଭୂତାଣୁମାନଙ୍କୁ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଏବଂ ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଥିବା ଖଣିଜ ପଦାର୍ଥରୁ ଜୈବିକ ବସ୍ତୁ ତିଆରି କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କଲା। ଏହିପରି ଭାବେ 10,000 ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ବିତିଗଲା। ଏହାପରେ ଏକ ଉନ୍ନତତର ଶୈବାଳ (ଆଲଜି) 'ବ୍ଲୁ-ଗ୍ରିନ୍' ତିଆରି ହେଲା। ଏହାର ବିପାକ ପ୍ରଣାଳୀ ଅତି ଜଟିଳ ଥିଲା ସତ, ମାତ୍ର ଏଥିପାଇଁ ସୌରଶକ୍ତି ପ୍ରୟୋଜନ ହେଉଥିଲା। ଏହି 'ବ୍ଲୁ-ଗ୍ରିନ୍' ଶୈବାଳ ଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରଥମ ଥର ପାଇଁ ଅମ୍ଳଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା। ଏହା ପୂର୍ବରୁ ପୃଥିବୀର ସୃଷ୍ଟି ସମୟର ବା ପ୍ରାକ୍ ଆଦିମ (ପ୍ରାଇମେଡ଼ିଆଲ୍) ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଅମ୍ଳଜାନ ନଥିଲା। ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ପରେ ଏହି ଅମ୍ଳଜାନ ପ୍ରକୃତ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ତିଆରି କଲା। ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଉପରିଭାଗରେ ଅମ୍ଳଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇ ଓଜୋନ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଏକ ସ୍ତର ତିଆରି କଲା। ଏହି ଓଜୋନ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌ସ୍ତର ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠକୁ କ୍ଷତିକାରକ ଅଲଟ୍ରା ଭାଓଲେଟ୍ ରଶ୍ମିକୁ ଛାଡ଼ିଦିଏନାହିଁ। ଫଳରେ ଧରାପୃଷ୍ଠର ସମସ୍ତ ପ୍ରାଣୀ ବିପଦମୁକ୍ତ ରହନ୍ତି। ମାତ୍ର ଆଜିକାଲି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପରୀକ୍ଷାକରି ଓଜୋନ୍ ସ୍ତରରେ ଫାଟ ସୃଷ୍ଟିହୋଇଥିବାର ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେବା ସହିତ ପୃଥିବୀପ୍ରତି ଏକ ସାଙ୍ଘାତିକ ବିପଦର ଆଶଙ୍କା ରହିଛି ବୋଲି ମନେକରୁଛନ୍ତି।

ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ବାୟୁର ଚଳାଚଳ ଏବଂ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଚଳାଚଳ ପାଇଁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ହିଁ ଦାୟୀ। ଭୂପୃଷ୍ଠର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରାନ୍ତରେ ତାପମାତ୍ରାରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ସୃଷ୍ଟି ହେବାଦ୍ୱାରା ବାୟୁ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ। ବାୟୁର ଗତି ଫଳରେ ସମୁଦ୍ରରେ ଝଡ଼ ଓ ଉତ୍ତାଳ ତରଙ୍ଗମାନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ। ଏହା ବ୍ୟତୀତ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣ ପଡ଼ି ଜଳ ବାଷ୍ପହୋଇ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରବେଶ କରେ। କ୍ରମେ ଏହା ଘନୀଭୂତ ହୋଇ ମେଘ ସୃଷ୍ଟିକରେ ଏବଂ ବର୍ଷା ହୋଇଥାଏ।

ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଏବଂ ଜଳୀୟଚକ୍ର ପୃଥିବୀରେ ଉଚ୍ଚତର ଜୀବନ ସୃଷ୍ଟିକରିବା ପାଇଁ ଦାୟୀ। ପୃଥିବୀର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଏହି ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଏବଂ ଜଳୀୟଚକ୍ର ଭିନ୍ନ ହୋଇଥିବାରୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଜୀବନ ଶକ୍ତିର ସଞ୍ଚାର ହୋଇଛି। ଆଜି ପୃଥିବୀରେ ପ୍ରାୟ 100 ଲକ୍ଷ ପ୍ରକାର ଉଦ୍ଭିଦ ଏବଂ ପ୍ରାଣୀ ରହୁଛନ୍ତି। ଏଥିରେ ଛୋଟ ଭୂତାଣୁ (ବ୍ୟାକ୍‌ଟେରିଆ) ଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ମଣିଷ ଏବଂ ପ୍ରକାଣ୍ଡ ତିମିମାଛ ମଧ୍ୟ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ। ଜୀବନର ଜଟିଳ ସମସ୍ୟାଗୁଡ଼ିକୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ସମାଧାନ କରିବା ସହିତ ସୃଷ୍ଟିର ଜୀବନଗୁଡ଼ିକ ପାଳନ କରୁଛି କହିଲେ ଚଳେ। ଉଦ୍ଭିଦ, ଯାହାକି ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ପ୍ରାଣୀଙ୍କର ଖାଦ୍ୟ, ସୌର ରଶ୍ମି ବ୍ୟତିରେକେ ବଞ୍ଚି ରହିପାରେନା। ଏହି ଉଦ୍ଭିଦ ସୌରଶକ୍ତି ଦ୍ୱାରା ଭୂମି ଏବଂ ବାୟୁର ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ବାଷ୍ପକୁ ଖାଦ୍ୟ ତଥା ଶର୍କରା (Sugar)ରେ ପରିଣତ କରିଥାଏ। କ୍ରମେ ଏଥିରୁ କାର୍ବୋହାଇଡ୍ରେଟ୍ ବା ଶ୍ୱେତସାର ତିଆରି ହୁଏ।

ଏହି ଶ୍ୱେତସାର ଜଟିଳ ଜୈବିକ ଅଣୁ ତିଆରି କରିବାରେ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ। ଏଗୁଡ଼ିକ ସେଲୁଲୋଜ୍ (Cellulose) ଏବଂ ଲିଗ୍‌ନିନ୍ (Lignin) ଇତ୍ୟାଦି ଭାବେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇ ଜୀବନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ। ପ୍ରାଣୀମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଏହା ଖାଦ୍ୟଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହେବାଦ୍ୱାରା ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ବାଷ୍ପ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏଥିରେ ଲୁକ୍କାୟିତ ଶକ୍ତି ବାହାରିଥାଏ। ସେହିପରି ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପୋଡ଼ିଦେବା ଦ୍ୱାରା ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ବାଷ୍ପ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ଚାଲିଯାଏ।

ରିନ୍ୟୁଏବଲ୍ ବା ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତି କ'ଣ ?

ଉଦ୍ଭିଦ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଜୈବିକ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ବାଇଓମାସ୍ (Biomass) କୁହାଯାଏ। ପ୍ରକୃତରେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଜଳଶକ୍ତି, ପବନଶକ୍ତି ଏବଂ ତରଙ୍ଗଶକ୍ତି ଆଦି ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କଠାରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ। ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ବିନା ଏହା ଅସମ୍ଭବ। ଯେହେତୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ସର୍ବଦା ବିଦ୍ୟମାନ, ତେଣୁ ଏହି ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକର କ୍ଷୟ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ଅଚିରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଇପାରେ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପୁଣି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ। ବାସ୍ତବରେ ପ୍ରତି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ଉପରୋକ୍ତ ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକରୁ ଯେତେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ ତାହା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଇଥାଏ। ସେଥିପାଇଁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ହିଁ ସକଳ ଶକ୍ତିର ଆଧାର। ଏଥିରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକୁ ଅକ୍ଷୟ (Renewable) ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ। ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସାରଣିରେ ପୃଥିବୀରେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ପ୍ରଦତ୍ତ ହୋଇଛି। କଡ଼ାକଡ଼ି ଭାବେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଭୂତାପ ଶକ୍ତି (Geothermal Energy) ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ପରିଗଣିତ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ସମସ୍ତ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ଦେଖିଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଏହା ପୃଥିବୀର ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ଅଟେ। ତଥାପି ଆଜି ସମଗ୍ର ପୃଥିବୀରେ ଶକ୍ତି ସଙ୍କଟ ଦେଖାଦେଇଛି କାହିଁକି? ଏହାର ପ୍ରକୃତ କାରଣ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟମାନଙ୍କରେ ଆଲୋଚିତ ହେବ। ତେବେ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସାରଣିରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ତଥ୍ୟସମ୍ବଳିତ। ମାତ୍ର ପ୍ରକୃତରେ ଯେତେ ଶକ୍ତି ଆମେ ସଂଗ୍ରହକରି ଆମର ବ୍ୟବହାରରେ ଲଗାଉ ତାହା ବହୁତ କମ୍।

ଆଜିକୁ 40 ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ତଳେ ହୋମୋ ସେପିୟାନ୍ (Homo Sapien) ବା ଜ୍ଞାନୀ ମଣିଷ ଜାତିର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିଲା। କ୍ରମେ ମଣିଷ ଶକ୍ତିର ପ୍ରୟୋଗ ଶିକ୍ଷାକଲା। ଅଗ୍ନି ବ୍ୟବହାର କରି ଖାଦ୍ୟପଦାର୍ଥ ତିଆରି କରିବା ବୋଧହୁଏ 5 ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲା। ଆଦିମାନବ କ୍ରମେ ପ୍ରସ୍ତର ଯୁଗ ତଥା ଧାତବ ଯୁଗରେ ପ୍ରବେଶ କଲା। ଅଗ୍ନି ବ୍ୟବହାର କରି ଧାତୁମାନଙ୍କୁ ତରଳାଇ ସେଥିରେ ବିଭିନ୍ନ ପାତ୍ର ତିଆରି କରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ହେଲା। କ୍ରମେ କୃଷି କରିବା

ଶିକ୍ଷା କଲା। କୃଷି ପାଇଁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଯେ ଦରକାର ତାହା ମଧ୍ୟ ଉପଲବ୍ଧି କଲା। ଜଣେ ବଳିଷ୍ଠ ଲୋକ ଦିନକୁ ୪ ଘଣ୍ଟା କଠିନ ପରିଶ୍ରମ କଲେ 1 କିଲୋୱାଟ୍ ଆୱାର୍ (Kwh) ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଦେଇପାରେ। ତେଣୁ ସେ କୃଷି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପଶୁମାନଙ୍କୁ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକଲା। ଆଜି ମଧ୍ୟ ଭାରତରେ କୃଷିକ୍ଷେତ୍ରରେ ପଶୁମାନଙ୍କୁ ବ୍ୟବହାର କରି ୪0 ପ୍ରତିଶତ କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଉଛି। ପଶୁମାନଙ୍କଠାରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟ ଅକ୍ଷୟ (ରିନ୍ୟୁଏବ୍ଲ) ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଗଣ୍ୟ।

ସାରଣି

ଶକ୍ତିର ନାମ	ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ (ବାର୍ଷିକ)	ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତି	1981 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ବ୍ୟବହୃତ ହେବା ପରିମାଣ
ସୌରଶକ୍ତି	3.8×10^{24} ଜୁଲ୍ସ	ମହାକାଶ ଉତ୍ତାପ,	ବହୁତ ବେଶି
		ଜଳୀୟ ତାପ,	କମ୍
		ନିମ୍ନତାପମାନ ଉତ୍ତାପ	ବହୁତ କମ୍
		ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି	
ପବନ ଶକ୍ତି	7.5×10^{20} ଜୁଲ୍ସ	ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି	ବହୁତ କମ୍
		ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି	ଅଳ୍ପ
ଜୈବିକ ଶକ୍ତି	1.5×10^{22} ଜୁଲ୍ସ	ଉଚ୍ଚତାପମାନଜନିତ ତାପ (ରନ୍ଧାରନ୍ଧି)	ଆଶାତୀତ ବେଶି
ଭୂତାପ ଶକ୍ତି	9.5×10^{22} ଜୁଲ୍ସ	ନିମ୍ନତାପମାନ ତାପ (ଗାଧୋଇବା ଇତ୍ୟାଦି)	କମ୍
ଜଳଶକ୍ତି	9.0×10^{30} ଜୁଲ୍ସ	ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି	ଆଶାତୀତ ବେଶି
ଜୁଆର ଶକ୍ତି	10^{20} ଜୁଲ୍ସ	ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି	ବହୁତ କମ୍ (ବାଦ୍ ଦିଆଯାଇପାରେ)
ତରଙ୍ଗ ଶକ୍ତି	10^{18} ଜୁଲ୍ସ	ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି	ବହୁତ କମ୍ (ବାଦ୍ ଦିଆଯାଇପାରେ)

ବାଣିଜ୍ୟ ବ୍ୟବସାୟରେ ପବନ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ଆମକୁ ଜଣାଅଛି। ଓଡ଼ିଆ ସୌଦାଗର ଦରିଆରେ ପାଲ ବୋଇତରେ ବିଭିନ୍ନ ଦେଶକୁ ବ୍ୟବସାୟ କରିବାକୁ ଯାଉଥିଲେ। ଆଜିକୁ 4-5 ହଜାର ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ ପବନ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ଆରମ୍ଭ

ହୋଇଥିଲା । ତେବେ ପବନଚାଳିତ କଳ 2-3 ହଜାର ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥିଲା । ସେତେବେଳେ ଗୋଟାଏ ପବନ ଚାଳିତ କଳ ଦିନକୁ 50 କିଲୋୱାଟ୍ ଆୱାର୍ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରୁଥିଲା । ଆଜିକାଲି ଭାରତବର୍ଷର ବହୁସ୍ଥାନରେ ପବନ ଚାଳିତ କଳ ସ୍ଥାପନ କରାଯାଇଛି । ଏଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇପାରୁଛି, ଜଳ ଯୋଗାଣ ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରୁଛି ।

ଜଳ ଚାଳିତ ଚକ ଆଜିକୁ 2 ହଜାର ବର୍ଷ ପୂର୍ବେ ୟୁରୋପରେ ଦେଖାଦେଇଥିଲା ଏବଂ ଏହାର ବ୍ୟବହାର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଯୁଗ ତଥା ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇଛି । ଯଦିଓ ଅଧିକ ଶକ୍ତିସମ୍ପନ୍ନ ଟରବାଇନ୍‌ମାନ ଆଜି ତିଆରି ହୋଇପାରିଛି, ତଥାପି କେତେକ ଦେଶରେ ଏହି ଜଳଚାଳିତ ଚକର ବ୍ୟବହାର ଆଜି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହିଛି । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରାକୃତିକ ଶକ୍ତି ସମ୍ପଦ ମଧ୍ୟରେ ଭୂତାପ ଶକ୍ତି ଏବଂ ତରଙ୍ଗ ଶକ୍ତି ଅର୍ନ୍ତଗତ । ଏଗୁଡ଼ିକ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କଠାରୁ ସିଧାସଳଖ ଭାବେ ସୃଷ୍ଟ ନହେଲେ ହେଁ ସମୁଦ୍ରର ଜୁଆର ଉପରେ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କର ସାମାନ୍ୟ ପ୍ରଭାବ ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଅବଶ୍ୟ ସମୁଦ୍ରରେ ଜୁଆର ଆସିବାର ମୂଳ କାରଣ ପୃଥିବୀ ଏବଂ ଚନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମହାକର୍ଷଣ । ସମୁଦ୍ରରେ ଆସୁଥିବା ଜୁଆର ଏବଂ ଭଟ୍ଟା ସମୟରେ ଜଳଶକ୍ତିକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଜଳଚାଳିତ ଚକ ୟୁରୋପରେ ନର୍ମାନ୍ ସମୟରୁ ଚଳିଆସୁଛି । ଏପରିକି 1940 ମସିହାରେ ଏହିଭଳି କେତେକ ଟାଇଡାଲ୍ ମିଲ୍ (Tidal Mill) କାମ କରୁଥିଲା । ଭୂଗର୍ଭସ୍ଥିତ ତାପ ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣ ମାଧ୍ୟମରେ ବାହାରକୁ ଆସିଥାଏ । ଏହାରି ମାଧ୍ୟମରେ ଭୂତାପ ଶକ୍ତିକୁ ବାହାରକରି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ନନ୍ ରିନ୍ୟୁଏବ୍‌ଲ (Non-renewable) ବା କ୍ଷୟଶକ୍ତି :

ବିଗତ 3 ଶତାବ୍ଦୀ ମଧ୍ୟରେ ମଣିଷ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିକୁ ଛାଡ଼ି କ୍ଷୟଶକ୍ତିର ଉପଯୋଗ କରିବା ଆରମ୍ଭ କଲା । ପୃଥିବୀ ଗର୍ଭରେ ଥିବା ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ ଏହି କ୍ଷୟଶକ୍ତିର ଏକ ଏକ ଉତ୍ସ । ଯଦିଓ ଏହା ସୌରଶକ୍ତିରୁ ସୃଷ୍ଟ, ତଥାପି ବର୍ଷବର୍ଷ ଧରି ଉପଯୋଗ ଫଳରେ ଏହା କ୍ଷୟ ହୋଇ ଚାଲିଛି । ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ କହିଲେ ବୃକ୍ଷମାନଙ୍କର ଫସିଲ୍‌କୁ ବୁଝାଏ । ଏହି ଫସିଲ୍ ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ଧରି ମାଟି ତଳେ ରହି ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ ବା କୋଇଲା କିମ୍ବା ତେଲ ଅଥବା ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

ସପ୍ତଦଶ ଶତାବ୍ଦୀ ବେଳକୁ ପଶ୍ଚିମ ୟୁରୋପରେ କୋଇଲାର ବ୍ୟବହାର ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲା । ବିଶେଷ କରି ଲୌହଶିଳ୍ପ ତଥା ବାଷ୍ପ ଚାଳିତ ଇଞ୍ଜିନ୍ ପାଇଁ ଏହା ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିଲା । ସେତେବେଳେ ଏକ ଟନ୍ କୋଇଲାରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତି ପ୍ରାୟ 200 ରୁ 300 ଲୋକଙ୍କର ଦିନକର ଶକ୍ତି ସହିତ ସମାନ ଥିଲା ।

ଅଧିକାଂଶ ଦେଶରେ କେବଳ ଜାଳେଣି ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ନହୋଇ ଏହା ଗ୍ୟାସ୍ ତିଆରିରେ ମଧ୍ୟ ଲାଗିପାରିଲା। ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଶ୍ୱଯୁଦ୍ଧ ପରେ କୋଇଲାରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ବାହାର କରାଗଲା। ଆଜି ସମଗ୍ର ପୃଥିବୀରେ ଥର୍ମାଲ୍ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ର ଚାହିଦା ବିଶେଷ ବୃଦ୍ଧିପାଇଛି।

ମାତ୍ର ତେଲ ବା ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍‌ର ବ୍ୟବହାର ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇପାରିନଥିଲା। 1860 ମସିହାରେ ପ୍ରଥମ ତୈଳ କୂପ ଖୋଳାଯାଇ ତେଲ ବାହାର କରାଯାଇଥିଲା ଏବଂ ଏହାର ବ୍ୟବହାର କୋଇଲା ଅପେକ୍ଷା ସୁବିଧାଜନକ ମନେହେଲା। ଫଳରେ ତେଲର ଆବଶ୍ୟକତା ଏବଂ ବ୍ୟବହାର ଦ୍ରୁତଗତିରେ ବଢ଼ିଚାଲିଲା ଓ ଏହା କୋଇଲାକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କଲା। ଅଧିକାଂଶ ରାସାୟନିକ ଶିଳ୍ପରେ ତେଲ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହାର ହେଲା। କ୍ରମେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆବଶ୍ୟକତା ଉପଲବ୍ଧି କରି ବିଭିନ୍ନ ଦେଶ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଭଣ୍ଡାର ଖୋଜି ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାର କଲେ। 1955 ରୁ 60 ମସିହା ମଧ୍ୟରେ ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟ ଏବଂ ଉତ୍ତର-ଆମେରିକାରେ ବହୁତ ସ୍ଥାନରେ ତୈଳଭଣ୍ଡାର ଆବିଷ୍କାର ହେବା ଫଳରେ ପୃଥିବୀର ସମସ୍ତ ଦେଶରେ ତେଲର ଚାହିଦା ବୃଦ୍ଧିପାଇଲା ଏବଂ ଏହା ସୁବିଧାଜନକ ଜାଳେଣି ରୂପେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଲା। ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଶ୍ୱଯୁଦ୍ଧ ପରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାହିଦା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଲା। 1970 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଚାହିଦା ଏତେ ବଢ଼ିଗଲା ଯେ, ଏହା ସମଗ୍ର ପୃଥିବୀରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଫସିଲ୍ ଜାଳେଣି (କୋଇଲା, ତେଲ ଇତ୍ୟାଦି) ର ଏକ-ପଞ୍ଚମାଂଶ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କଲା।

ବିଗତ ଏକଶତ ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ପୃଥିବୀର ଜନସଂଖ୍ୟା ବୃଦ୍ଧିପାଇଛି। ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ପୃଥିବୀର ଲୋକସଂଖ୍ୟା 200 କୋଟି ଟପି ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହା 400 କୋଟିରେ ପହଞ୍ଚିଛି ଏବଂ ଏକବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭ ବେଳକୁ ଏହା 600 କୋଟିରେ ପହଞ୍ଚିବ ବୋଲି ହିସାବ କରାଯାଉଛି। ସେଥିପାଇଁ ପୃଥିବୀରେ ଜାଳେଣିର ଚାହିଦା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଛି। 1976 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ପ୍ରତିବର୍ଷ ସମୁଦାୟ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତି 2.2×10^{20} ଜୁଲ୍‌ସ। ଏହା ପ୍ରାୟ ୫00 କୋଟି ଟନ୍ କୋଇଲାରୁ ଜାତହେଉଥିବା ଶକ୍ତି ସହ ସମାନ ଏବଂ 1950 ମସିହାରେ ଦରକାର ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ତିନିଗୁଣ। ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଶ୍ୱଯୁଦ୍ଧ ପରବର୍ତ୍ତୀ 30 ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଯେତେ କୋଇଲା ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଛି, ମାନବଜାତିର ସୃଷ୍ଟିଠାରୁ ସେତେ ଶକ୍ତିର ବିନିଯୋଗ ହୋଇନଥିବା। ସେହିପରି ତେଲର ଚାହିଦା ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଛି। 1950 ମସିହାଠାରୁ ପ୍ରତି ୫-୨ ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ତେଲର ଚାହିଦା ଦ୍ୱିଗୁଣିତ ହୋଇଛି।

ହଠାତ୍ 1973 ମସିହା ପରଠାରୁ ଫସିଲ୍ ଜାଳେଣିର ଚାହିଦା ହ୍ରାସପାଇଛି। ତା'ର କାରଣ, 1973 ମସିହାରେ ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟସ୍ଥିତ ଦେଶଗୁଡ଼ିକ (OPEC ଦେଶସମୂହ)

ତେଲର ଦାମ୍ ଅତିରିକ୍ତ ଭାବରେ ବୃଦ୍ଧି କରିଦେଲେ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ଦେଶକୁ ତେଲ ରପ୍ତାନି ହ୍ରାସ କରିବାକୁ କିମ୍ବା ବନ୍ଦ କରିବାକୁ ନିଷ୍ପତ୍ତି ନେଲେ। ଫଳରେ ତେଲ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ଦେଶଗୁଡ଼ିକ ଅସୁବିଧାର ସମ୍ମୁଖୀନ ହେଲେ। ତେଣୁ ଏହି ଦେଶମାନେ ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତିର ସନ୍ଧାନ କରିବା ଆରମ୍ଭ କଲେ। ଫଳରେ ଫସିଲ୍ ଜାଳେଣିର ଚାହିଦା କମିଲା। ତଥାପି ବର୍ତ୍ତମାନ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ହାର ଯଦି ସମାନ ରହେ, ଆଗାମୀ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ପୃଥିବୀର ଫସିଲ୍ ଜାଳେଣି ଭଣ୍ଡାର ନିଃଶେଷ ହୋଇଯିବା ଆଶଙ୍କା କରାଯାଏ। ତେଣୁ ଏହି ଶକ୍ତି ସଙ୍କଟର ବିକଳ୍ପ ପନ୍ଥା ଖୋଜି ବାହାର କରିବାକୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ତତ୍ପର।

ପୃଥିବୀରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ବ୍ୟବହାର ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ବିତରଣ ବିଷୟ ବିଚାର କଲେ ଧନୀ ଓ ଗରିବ ଦେଶମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅସମାନ ଶକ୍ତି ବିତରଣ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ। ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକା ଲୋକସଂଖ୍ୟା ଦୃଷ୍ଟିରୁ ସମଗ୍ର ପୃଥିବୀର ଲୋକସଂଖ୍ୟାର ଶତକଡ଼ା 6 ଭାଗ ହୋଇଥିଲେ ହେଁ ଏହା ପୃଥିବୀରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ଏକ-ତୃତୀୟାଂଶ ବ୍ୟବହାର କରେ। ତେଲର ଦାମ୍ ବୃଦ୍ଧିହେବା ପରେ ମଧ୍ୟ ଏହା ତେଲର ବ୍ୟବହାର କମ୍ କରିନାହିଁ। ମାତ୍ର ଅପରପକ୍ଷେ ତୃତୀୟ ବିଶ୍ୱର ଦେଶଗୁଡ଼ିକ ତେଲ ଆମଦାନୀ କରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ନହୋଇ ତେଲର ବ୍ୟବହାର କମାଇ ଦେଇଛନ୍ତି। ବାସ୍ତବରେ ଏହି ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଲୋକମାନେ କାଠ, କୋଇଲା, ଶୁଖିଲା ଗୋବର ଇତ୍ୟାଦି ଜାଳେଣିଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରୁଛନ୍ତି ଏବଂ ଚାଷପାଇଁ ପଶୁମାନଙ୍କୁ ବ୍ୟବହାର କରୁଛନ୍ତି। ଦେଖାଯାଇଛି ଯେ ଏହି ଦେଶମାନଙ୍କରେ 1978 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଗୋଟାଏ ଟ୍ରାକ୍ଟରକୁ ୪0ଟି ପଶୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କରିଥାଆନ୍ତି।

1973 ମସିହାର ଶକ୍ତି ସଙ୍କଟ ପରେ ପ୍ରାୟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦେଶ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆତ୍ମନିର୍ଭରଶୀଳ ହେବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରୁଛନ୍ତି। ମାତ୍ର ଏସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ କେତେକ ଅସୁବିଧା ରହିଛି। ଉଦାହରଣସ୍ୱରୂପ, କେତେକ ଦେଶରେ ତୈଳକ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ କୋଇଲା କ୍ଷେତ୍ର ନାହିଁ କହିଲେ ଚଳେ; ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ କେତେକ ବିକାଶଶୀଳ ଦେଶରେ ଏହା ଦରକାରଠାରୁ ବେଶି ପରିମାଣରେ ରହିଛି। ପ୍ରକୃତିର ଏହି ଅସାମଞ୍ଜସ୍ୟ ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦେଶ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ରଭାବେ ଆତ୍ମନିର୍ଭରଶୀଳ ହୋଇପାରୁନାହାନ୍ତି। ତା'ଛଡ଼ା ଖଣିଖନନ, ଖଣିଜ ପଦାର୍ଥର ସନ୍ଧାନ (ପ୍ରୋସେସିଂ), ଇନ୍ଧନମାନଙ୍କର ଜ୍ୱଳନ ପ୍ରାକୃତିକ ପରିବେଶକୁ ଦୂଷିତ କରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଏକ ମାରାତ୍ମକ ସମସ୍ୟା ସୃଷ୍ଟି କରିଛି। ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ୍‌ର କ୍ଷୟ ହେବା ଫଳରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ବାଷ୍ପର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଚାଲିଛି। ଏହି ବାଷ୍ପ ପୃଥିବୀର ତାପର ସମାନତା ରକ୍ଷା କରିବାରେ ବିଶେଷ ସାହାଯ୍ୟ କରେ। ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ପୃଥିବୀ ଉପରେ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣ ପଡ଼ି ସୃଷ୍ଟିହେଉଥିବା ଉତ୍ତପ୍ତ ରଶ୍ମିକୁ ଧରିରଖିପାରେ– ଫଳରେ ପୃଥିବୀର ତାପ ସମାନ ରହେ। ମାତ୍ର

ବର୍ଷ ବର୍ଷ ଧରି ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ୍ କ୍ଷୟ ହେବା ଫଳରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ବାଷ୍ପର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଚାଲିଛି ଏବଂ ଆଶଙ୍କା ହୁଏ, ଏଭଳି ଭାବେ ଚଢ଼ିଚାଲିଲେ ଏହା ପୃଥିବୀର ତାପମାତ୍ରାର ଭାରସାମ୍ୟ ନଷ୍ଟକରି ପୃଥିବୀକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିଦେବ। ତାପମାତ୍ରାରେ ଏପରି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଫଳରେ ପୃଥିବୀରେ ଅନେକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଯାଇପାରେ। ଉତ୍ତରମେରୁରେ ଥିବା ବରଫ ପାହାଡ଼ମାନ ତରଳି ସମୁଦ୍ର ଜଳର ସ୍ତର ବଢ଼ିଯାଇ ପୃଥିବୀର ଅନେକ ଭୂଭାଗ ସମୁଦ୍ରରେ ଲୀନ ହୋଇଯାଇପାରେ।

ଶକ୍ତି ସଙ୍କଟ କ୍ରମେ ଘନୀଭୂତ ହେଉଛି। ଯଦିଓ ଫସିଲ୍ ଜାଳେଣିର ବ୍ୟବହାର ଅଳ୍ପ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବନ୍ଦ କରାଯାଇନପାରେ, ତଥାପି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ଆଜି ଶକ୍ତିର ଏକ ନୂତନ ଦିଗନ୍ତ ଦେଖାଇଛି। ପୃଥିବୀରେ ଥିବା କ୍ଷୟଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ନିମ୍ନ ସାରଣିରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି।

ସାରଣି

ପୃଥିବୀର କ୍ଷୟ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ :

	ହିସାବଜନିତ ଉପଲବ୍ଧ ଆରକ୍ଷିତ (ଜୁଲସ୍‌ରେ)
୧। ଫସିଲ୍ ଇନ୍ଧନ –	
(କ) କୋଇଲା	20×10^{22}
(ଖ) ତେଲ	1.5×10^{22}
(ଗ) ଗ୍ୟାସ୍	1.1×10^{22}
୨। ପାରମାଣବିକ ଇନ୍ଧନ –	
(କ) ୟୁରାନିୟମ୍ (ଥର୍ମାଲ୍ ରିଆକ୍ଟର୍)	10^{22}
(ଖ) ୟୁରାନିୟମ୍ ଏବଂ ଥୋରିୟମ୍ (ବ୍ରୀଡ଼ର ରିଆକ୍ଟର୍)	10^{24}
(ଗ) ଡ୍ୟୁଟେରିୟମ୍-ଲିଥିୟମ୍ (ସଂଯୋଜନ ରିଆକ୍ଟର୍)	10^{24}
(ଘ) ଡ୍ୟୁଟେରିୟମ୍ (ସଂଯୋଜନ ରିଆକ୍ଟର୍)	3×10^{31}

[ମୂଳ : ଏମ୍. ହୁର୍ବାର୍ଟ – ଦି ଏନର୍ଜି ରିସୋର୍ଶେଷ ଅଫ୍ ଦି ଆର୍ଥ – ସାଇଣ୍ଟିଫିକ୍ ଆମେରିକାନ୍ – ସେପ୍‌ଟେମ୍ବର, 1971]

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ :

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଶକ୍ତିର ଏକ ନୂତନ ଉତ୍ସରୂପେ ପ୍ରତିପାଦିତ ହୋଇଛି ଏବଂ ଆଶା କରାଯାଏ ଏହା ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି, ଯଥା – କୋଇଲା, ତେଲ, ଗ୍ୟାସ୍ ଇତ୍ୟାଦି ପରିବର୍ତ୍ତେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରିବ। ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏକ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଫିଉଜନ୍ (ସଂଯୋଜନ)

ରିଆକ୍ଟର୍ ଭାବେ ପରିଗଣିତ। ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ତଥା ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପଡୁଥିବା ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ବାର୍ଷିକ 3.8×10^{24} ଜୁଲସ୍। ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଏହା ସମସ୍ତ ପୃଥିବୀରେ ଥିବା ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ୍‌ର 15ରୁ 20 ଗୁଣ ଅଧିକ। ଯଦି ଏହି ସୌରଶକ୍ତିର ଶତକଡ଼ା 0.005 ଭାଗ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରନ୍ତା ତା'ହେଲେ ଏହା ଆଜି ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଫସିଲ୍ ଇନ୍ଧନକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ କରିପାରନ୍ତା ଏବଂ ଶକ୍ତିର କ୍ଷୟ ମଧ୍ୟ ଘଟନ୍ତାନାହିଁ। ମାତ୍ର ଆଜିସୁଦ୍ଧା ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କର ସମସ୍ତ ଚେଷ୍ଟା ସତ୍ତ୍ୱେ ଏହା ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରିନାହିଁ।

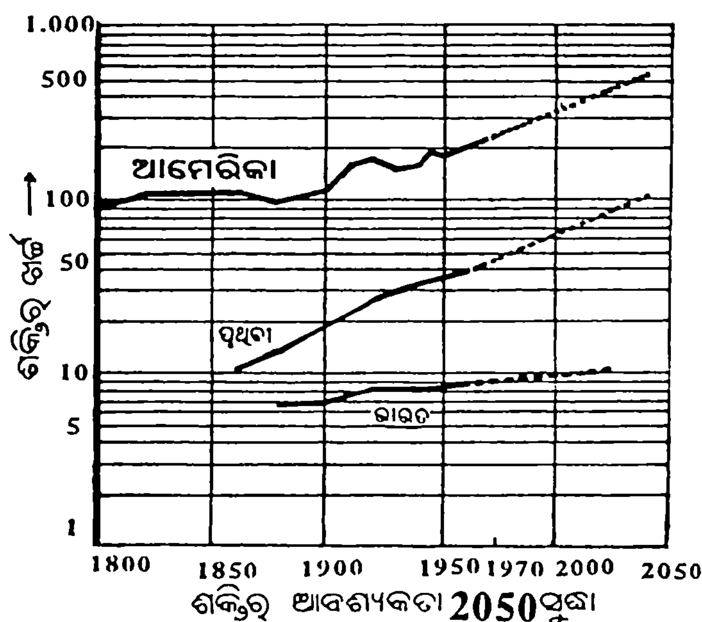
ପ୍ରକୃତରେ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ବାଇଓମାସ୍ ଶକ୍ତି ପୃଥିବୀରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ଏକ-ସପ୍ତମାଂଶ ପୂରଣ କରିଥାଏ। ସେହିଭଳି ଜଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ପୃଥିବୀରେ ଦରକାର ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ଏକ-ଚତୁର୍ଥାଂଶ ପୂରଣ କରିଥାଏ। ବିଗତ 15 ବର୍ଷ ଧରି ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିର ବିକାଶ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ରାଷ୍ଟ୍ର ପଦକ୍ଷେପମାନ ନେଇଛନ୍ତି। ବିଶେଷ କରି ୧୯୮୧ ମସିହାରେ କେନିଆଠାରେ ମିଳିତ ଜାତିସଂଘ (ୟୁନାଇଟେଡ୍ ନେସନସ୍) ପକ୍ଷରୁ ନୂତନ ଏବଂ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ଉପରେ ଆୟୋଜିତ ଏକ ସଂପାନ ପରେ ପୃଥିବୀର ସମସ୍ତ ଦେଶରେ ଏହା ଉପରେ ଜୋରସୋର୍ ଗବେଷଣା ଚାଲିଛି।

ଶକ୍ତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଭାରତ :

ପ୍ରାଚୀନ ଯୁଗରୁ ଭାରତ ଶକ୍ତିକ୍ଷେତ୍ରଭାବେ ପରିଗଣିତ ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ସମୟକ୍ରମେ ଭାରତୀୟମାନେ ଶକ୍ତିପୂଜାରେ ହିଁ ନିଜକୁ ନିୟୋଜିତ କରି ପ୍ରକୃତ ଶକ୍ତିର ଆବଶ୍ୟକତା ଭୁଲି ଯାଇଛନ୍ତି। ଜନସଂଖ୍ୟା ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଶକ୍ତିର ଚାହିଦା ମଧ୍ୟ ବଢ଼ିଚାଲିଛି। ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଉନ୍ନତ ଏବଂ ବିକାଶଶୀଳ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଜନସଂଖ୍ୟାର ବୃଦ୍ଧି ବନ୍ଦ କରାଯାଇପାରିଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଭାରତରେ ଏହା ମନ୍ଥର ଗତିରେ ଆଗେଇ ଚାଲିଛି। ଅପରପକ୍ଷେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଦେଶ ଶକ୍ତିର ଚାହିଦା କମାଇବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରୁଛନ୍ତି। ମାତ୍ର ଭାରତରେ ଜୀବନଯାପନର ମାନ ଏତେ ତଳେ ଅଛି ଯେ ଏହାକୁ ଶିଳ୍ପୋନ୍ନତ ଦେଶମାନଙ୍କର ସମାନକୁ ଆଣିବା ପାଇଁ ଶକ୍ତିର ଚାହିଦା ଯଥେଷ୍ଟ ରହିଛି। ତଥାପି ପୃଥିବୀରେ ଜଣେ ଲୋକ ପାଇଁ ଏକ ଦିନର ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତି ଅପେକ୍ଷା ଭାରତବର୍ଷରେ ଏହା ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍। ପରପୃଷ୍ଠାରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ଏହା ଦେଖିହେବ।

ସେହିପରି କୋଇଲା କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ସମାନ ଅବସ୍ଥା ରହିଛି। କେବଳ ଗ୍ୟାସ୍ ବ୍ୟବହାର ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଭାରତ ଯଥେଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ଗ୍ୟାସ୍‌ରୁ ଉତ୍ପାଦନ କରିବାକୁ ସକ୍ଷମ

ହୋଇଛି । 1975 ମସିହା ପରେ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯଥେଷ୍ଟ ଉନ୍ନତି ଦେଖାଦେଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନ ସରକାର ସେଥିପାଇଁ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିର ବିକାଶ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ପଦକ୍ଷେପ ନେଇଛନ୍ତି । ଫଳରେ ସବୁ ରାଜ୍ୟମାନଙ୍କରେ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିର ବିକାଶ ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ଏଜେନ୍‌ସିମାନ କାମ କରୁଛନ୍ତି । ଓଡ଼ିଶାରେ ଏଥିପାଇଁ OREDA ବା ଓଡ଼ିଶା ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତି ବିକାଶସଂସ୍ଥା ଗଠିତ ହୋଇଛି ।



ଭାରତବର୍ଷରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ପାରମାଣବିକ ଶକ୍ତିର ବିକାଶ ପାଇଁ ଯଥେଷ୍ଟ ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଛି । ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବାରେ ଭାରତ ଆଜି ବହୁତ ଅଗ୍ରଗତି କରିଛି । ଆଶାକରାଯାଏ ପରମାଣୁ ବା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତିକୁ ଏକ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତିରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରି ଭାରତ ଏକବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଦେଶର ଆବଶ୍ୟକ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ପାଇପାରିବ ।

—

ଦ୍ୱିତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟ

ସୌର ଶକ୍ତି

["Sunlight, in its many guises, is the force that has shaped and driven the miraculous living fabric of this planet for billion of years. It embodies the best engineering, the widest safety margins, and the greatest design experience we know. It provides amply for our needs, yet limits our greed. It is safe, eternal, universal and free. It falls justly and equitably on south and north, east and west. It increases autonomy, fosters diversity and does not hurt the balance of payments."]

T.B.Taylor, in Skeptic, Mar' 1977. (P-43)

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଶକ୍ତିର ଅସରନ୍ତି ଉତ୍ସ :

ପୃଥିବୀ ଉପରେ ଘଣ୍ଟାଏ ପାଇଁ ପଡୁଥିବା ସୂର୍ଯ୍ୟ ରଶ୍ମିର ଶକ୍ତି ଯେତେ, ତାହା ପୃଥିବୀର ବର୍ଷକର ବ୍ୟବହୃତ ଶକ୍ତିଠାରୁ ମଧ୍ୟ ଅଧିକ। ଏକମାସ ପାଇଁ ପୃଥିବୀ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ରଶ୍ମିର ଶକ୍ତି ଏ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଫସିଲ୍ ଇନ୍ଧନର ଶକ୍ତି ସହିତ ସମାନ। ସୌରଶକ୍ତି ପରିବେଶକୁ ଦୂଷିତ ନକରି ଏହାକୁ ସଫା କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ। ଏହା ଭୂପୃଷ୍ଠର ତାପ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ମହାକାଶରେ ନିମ୍ନତାପ ରକ୍ଷାକରେ ଏବଂ ଜଳକୁ ନିମ୍ନତାପରେ ଉଷୁମ ରଖେ। ମାତ୍ର ଏହା ଉଚ୍ଚତାପକାରୀ ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରେ। ସୌର ସଂଗ୍ରହକାରୀ ବା ସୋଲାର୍ କଲେକ୍ଟରକୁ ଫୋକସ କରାଯାଇ 3000 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତାପ ସୃଷ୍ଟିକରାଯାଇପାରେ। ବିଜ୍ଞାନର ଇତିହାସରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଆର୍କିମିଡ଼ିସ୍ ପ୍ରଥମେ ସୌରଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରି ଖ୍ରୀଷ୍ଟପୂର୍ବ 212 ମସିହାରେ ରୋମର ଯୁଦ୍ଧ ଜାହାଜମାନ ସାଇରାକୁସ୍‌ଠାରେ ପୋଡ଼ିଦେଇପାରିଥିଲେ। ଏହା କେବଳ ସୌରସଂଗ୍ରହକାରୀ ବା ସୋଲାର୍ କଲେକ୍ଟର୍ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରିଥିଲା।

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ଏହାର ଶକ୍ତି ବିଷୟରେ ପ୍ରକୃତ ଗବେଷଣା ସପ୍ତଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲା। ଗାଲିଲିଓ ଏବଂ ଲାଭୟସିୟର୍ ତାଙ୍କ ଗବେଷଣାରେ ସୌରଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରିଥିଲେ। 1700 ମସିହା ବେଳକୁ ଅତି କଠିନ ହୀରାକୁ ସୌରଶକ୍ତି ଦ୍ୱାରା ତରଳା ଯାଇପାରିଥିଲା ଓ 1800 ମସିହା ବେଳକୁ ଉଚ୍ଚତାପବିଶିଷ୍ଟ ଇଞ୍ଜିନ୍‌ମାନ ସୌରଶକ୍ତିଦ୍ୱାରା ଚାଳିତ ହେଉଥିଲା।

ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଚିଲିରେ ଜଳ ବିଶୋଧନ କାରଖାନା ପାଇଁ ସୌରଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର ହେବା ଜଣାଯାଏ। ସେହିଭଳି 1930 ମସିହାରେ ରବର୍ଟ ଗଦାର୍ଡ଼ ସୌରଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ଉପରେ କିପରି ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣ ତିଆରି ହୋଇପାରିବ ସେଥିପାଇଁ ସେ 5ଟି ପେଟେଣ୍ଟ୍ କରିଥିଲେ ଏବଂ ଏହା ଚନ୍ଦ୍ରକୁ ଯିବା ଯାନରେ ସ୍ଥାନ ପାଇବ ବୋଲି ଆଶା କରିଥିଲେ। ମାତ୍ର ଏସବୁ ସମୟର ଆବଶ୍ୟକତା ପୂର୍ବରୁ କରାଯାଇଥିବାରୁ ଲୋକଲୋଚନକୁ ଆସିପାରିନଥିଲା। 1920ରୁ 1930 ମସିହା ମଧ୍ୟରେ ଆମେରିକାରେ ସୌରଶକ୍ତିର ବିଭିନ୍ନ ଉପଯୋଗ ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରକୃତରେ 1938 ମସିହାରେ MITରେ (Massachusetts Institute of Technology) ସୋଲାର୍ ହିଟର୍ ବା ସୌର ଉତ୍ତାପକାରୀ ଦ୍ୱାରା ଏକ କୋଠାକୁ ଉଷୁମ ରଖାଯାଇପାରିଲା। 1938ରୁ 1960 ମସିହା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରାୟ ବର୍ଷକୁ ଗୋଟାଏ କରି ଗରମକାରୀ ପ୍ରକଳ୍ପ ହାତକୁ ନିଆଯାଇଥିଲା।

Space Age ବା ମହାକାଶ ଯୁଗ ସୌରଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର କ୍ଷେତ୍ରରେ ନୂତନ ଦିଗନ୍ତ ଦେଖାଇଲା। NASA (National Aeronautics and Space Administration) ଚନ୍ଦ୍ରକୁ ପ୍ରେରଣ କରାଯିବା ଯାନରେ ସେଇମାନ ଖଞ୍ଜିଥିଲେ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ମହାକାଶ ପ୍ରକଳ୍ପରେ ମଧ୍ୟ ସୋଲାର୍ ପେନେଲ୍‌ମାନ ବ୍ୟବହୃତ ହେଲା। ଏହାପରେ ସୌରଶକ୍ତି ଚାଳିତ୍ ଶକ୍ତି କାରଖାନା (ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ) ଡିଜାଇନ୍ ହେଲା ଏବଂ କେତେକ ସ୍ଥାନରେ ସମଜାତୀୟ କାରଖାନାମାନ ସ୍ଥାପିତ ହେଲା। ମାତ୍ର 1973 ମସିହାରେ ଶକ୍ତି ସଙ୍କଟ ପରେ ସୌରଶକ୍ତିର ଉପଯୋଗିତା ପ୍ରବଳଭାବେ ବଢ଼ିଗଲା ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ଦେଶରେ ସରକାର ବିକଳ୍ପ ପନ୍ଥା ବାହାର କରିବା ପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକଳ୍ପମାନ ହାତକୁ ନେଲେ। 1980 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାରେ 10,000ରୁ 20,000 ନିଷ୍କ୍ରିୟ ସୌର (ପାସିଭ୍ ସୋଲାର୍) ଗୃହ ଥିବାର ଆଶାକରାଯାଏ।

ସୌର ଶକ୍ତିର ପ୍ରକୃତି :

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଭିତରେ ତାପ ନ୍ୟୁକ୍ଲିଅର୍ ସଂଯୋଜନା ବା ଥର୍ମୋନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଫିଉଜନ୍ ହେବାଦ୍ୱାରା ଏହା ମହାକାଶକୁ 4×10^{24} ୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ବିକ୍ଷୁରିତ କରେ। ଏହି ଶକ୍ତି

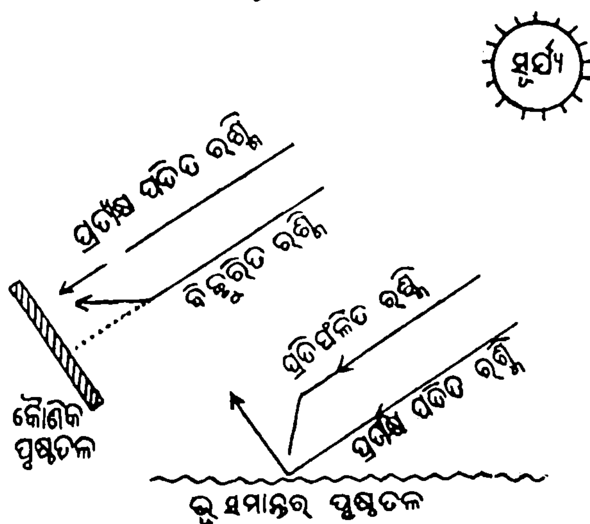
ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରକାଶ ହୋଇଥାଏ। ଏହା ସର୍ଟୱେଭ୍ ବା ଛୋଟ ତରଙ୍ଗ ରଞ୍ଜନରଶ୍ମିଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଦୀର୍ଘ ଲଙ୍ଗୱେଭ୍ ବା ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବ୍ୟାପ୍ତ ଅଟେ। ମାତ୍ର ସୌରରଶ୍ମିର ପ୍ରାୟ ଶତକଡ଼ା ୨୨ ଭାଗ ପାରାବାଇଗଣି (ଅଲଟ୍ରା ଭାଓଲେଟ୍) ଏବଂ ଅବଲୋହିତ (ଇନ୍‌ଫ୍ରାରେଡ୍) ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ। ଏହି ଅଞ୍ଚଳକୁ 'ଦୃଶ୍ୟ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀ' ବୋଲି ନାମ ଦିଆଯାଇଥାଏ।

ପୃଥିବୀ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ପ୍ରାୟ 1450 – 1530 ଲକ୍ଷ କିଲୋମିଟର ଦୂରରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟରଶ୍ମି ପୃଥିବୀରେ ପହଞ୍ଚିବାକୁ ପ୍ରାୟ ଆଠ ମିନିଟ୍‌ରୁ କିଛି ଅଧିକ ସମୟ ନେଇଥାଏ (ଆଲୋକର ବେଗ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ 3×10^8 ମିଟର)। ପୃଥିବୀ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଘୂରିବା ସମୟରେ ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ଆସୁଥିବା ସମସ୍ତ ଶକ୍ତିର 100 କୋଟି ଭାଗର ଏକ ଭାଗରୁ କମ୍ ଶକ୍ତି ପାଇଥାଏ। ପ୍ରକୃତରେ ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ପ୍ରତି ବର୍ଗମିଟରରେ ପଡୁଥିବା ସୌରଶକ୍ତି 1.35 କିଲୋୱାଟ୍। କିନ୍ତୁ ଏହି ସମସ୍ତ ସୌରଶକ୍ତି ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ପଡ଼େନାହିଁ। ଏଥିରୁ 30 ଭାଗ ପ୍ରତିଫଳନ ବା ବିଚ୍ଛୁରଣ ହୋଇ ମହାକାଶକୁ ଚାଲିଯାଏ, 23 ଭାଗ ଜଳଚକ୍ର ସୃଷ୍ଟିକରିବାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ବାକୀ 47 ଭାଗ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରବେଶକରି ସ୍ଥଳଭାଗ ତାପର ଭାରସାମ୍ୟ ରକ୍ଷାକରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ସମୁଦ୍ର ଜଳର ତାପ ରକ୍ଷାକରେ। ପୃଥିବୀର ସ୍ଥଳଭାଗ, ଜଳଭାଗ, ଜଳୀୟଚକ୍ର ଏବଂ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ସମୁଦାୟ 3.8×10^{24} ଜୁଲସ୍ ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣକରିଥାନ୍ତି।

ପୃଥିବୀର କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଦିନରେ କୌଣସି ସମୟରେ କେତେ ସୌରଶକ୍ତି ନିପତିତ ହୁଏ, ତାହା ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ଯଥା– ଆକାଶରେ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କର ଅବସ୍ଥିତି, ଅକ୍ଷାଂଶ, ଋତୁ, ମେଘାଚ୍ଛନ୍ନ ଆକାଶ, ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ପ୍ରଦୂଷଣ, ସମୁଦ୍ରଠାରୁ ସ୍ଥାନର ଉଚ୍ଚତା ଏବଂ ଦିନର ସମୟ ଇତ୍ୟାଦି ଏହା ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରନ୍ତି। ସୂର୍ଯ୍ୟ ଆକାଶର ଯେତେ ତଳେ ରହେ ସେତେ ବେଶୀ ରଶ୍ମି ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ମେଘମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ। ଦକ୍ଷିଣ ଇଂଲଣ୍ଡରେ ଖରାଦିନ ମଧ୍ୟଭାଗରେ ସମତଳ ଏକ ବର୍ଗମିଟର କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ କିଲୋୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ପଡୁଥିବା ବେଳେ ଅନ୍ୟ ସମୟରେ ସାଧାରଣତଃ ଶହେୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ମିଳିଥାଏ। ମାତ୍ର କୌଣିକ ପୃଷ୍ଠତଳ ଉପରେ ଏହା ଅପେକ୍ଷା 10 ଭାଗ ଶକ୍ତି ଅଧିକ ମିଳେ। ଏହାର କାରଣ ପରପୃଷ୍ଠାରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ଚିତ୍ରରୁ ବୁଝାପଡ଼ିବ।

ସମତଳ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ହେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ବିଚ୍ଛୁରଣ ମଧ୍ୟ ଘଟିଥାଏ। ମାତ୍ର କୌଣିକ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହେଉଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ଏବଂ ବିଚ୍ଛୁରଣ ମଧ୍ୟ କମ୍ ହୁଏ। ଫଳରେ 10 ଭାଗ

ଅଧିକ ଶକ୍ତି ମିଳିଥାଏ। ବିଚ୍ଛୁରିତ ରଶ୍ମି ମଧ୍ୟରେ ବିଶେଷ କରି ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି କମ୍ପନ ବା ନୀଳ ରଙ୍ଗର ଶକ୍ତି ବେଶୀଥାଏ। ଫଳରେ କୌଣସି ପରିଷ୍କାର ଦିନରେ ଆକାଶ ନୀଳରଙ୍ଗ ଦେଖାଯାଏ। ଆକାଶରେ ମେଘ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଆସୁଥିବା ରଶ୍ମିରେ ଦୃଶ୍ୟ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀର ବିଭିନ୍ନ ରଙ୍ଗ ରହିଥାଏ। ଫଳରେ ଏଗୁଡ଼ିକ ମିଶି ଧଳାଦେଖାଯାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ମେଘଗୁଡ଼ିକ ଧଳା ଦେଖାଯାଆନ୍ତି। ପୃଥିବୀ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ସୂର୍ଯ୍ୟରଶ୍ମି ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଧୂଳିକଣା, ଜଳକଣା ଇତ୍ୟାଦି ଦ୍ୱାର ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇ ଆସିଥାଏ। ଏହି ବିଚ୍ଛୁରିତ ଆଲୋକ ଆଇନା କିମ୍ୱା ଯବକାଚ (Lense) ଦ୍ୱାରା ଫୋକସ୍ କରାଯାଇପାରେନା। ମାତ୍ର ଏହି ବିଚ୍ଛୁରିତ ରଶ୍ମିରେ ଉଚ୍ଚମାନର ଶକ୍ତି ଥାଏ। ଉପଯୁକ୍ତ ଯନ୍ତ୍ର ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ କରାଯାଇପାରେ ଏବଂ ଏହା 200 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ।



ପ୍ରକୃତରେ ସୌରରଶ୍ମି 3 ପ୍ରକାର ଏବଂ ଏହି ତିନି ପ୍ରକାର ରଶ୍ମି ସକ୍ରିୟ ବା ଏକ୍ଟିଭ୍ ଓ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ବା ପାସିଭ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ ତିଆରି କରିବାରେ ନିୟୋଜିତ ହୋଇଥାଏ। ଏଥିପାଇଁ ସିଧାସଳଖ ରଶ୍ମି (Direct Beam) ସବୁଠାରୁ ବେଶୀ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ। ଏହା ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ପୃଥିବୀକୁ ଆସିବାରେ ନିଜର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିନଥାଏ ବା ସାମାନ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଥାଏ କହିଲେ ଚଳେ। ଏପରି ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ଛାଇ (Shadow) ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ ଏବଂ କୌଣସି ଗୋଟାଏ ଭଲ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ପଡ଼ିଥିବା ଦିନରେ ଏହା ଶତକଡ଼ା ୫୦ ଭାଗ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପଡ଼ିଥାଏ। ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ହେଲା ବିଚ୍ଛୁରିତ ଆଲୋକ। ଏହି ଆଲୋକ କେବଳ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଦିଗକୁ ଛାଡ଼ି ଆକାଶର

ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ସବୁ ଦିଗରୁ ଆସିଥାଏ । ଏହା ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା ଧୂଳିକଣା, ଜଳକଣା ଇତ୍ୟାଦି ଦ୍ୱାରା ବିଛୁରିତ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟାଏ ମେଘାଛନ୍ନ ଦିନରେ ଏହା 100 ଭାଗ ବିଛୁରିତ ହୋଇଥାଏ । ତୃତୀୟ ପ୍ରକାର ରଶ୍ମି ହେଲା ପ୍ରତିଫଳିତ ଆଲୋକ । ଏହା ବିଛୁରିତ ଆଲୋକ ବା ସିଧାସଳଖ ଆଲୋକ କିମ୍ବା ଉଭୟର ମିଶ୍ରଣ ହୋଇପାରେ । ଏହା ପୃଷ୍ଠର ମସୃଣତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ କୌଣସି କୋଠାଉପରେ ଖଞ୍ଜାଯାଇଥିବା ସୌର ସଂଗ୍ରହକାରୀ ବା ସୋଲାର୍ କଲେକ୍ଟରରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ରଶ୍ମିର ମାନ ଅତି କମ୍ । କାରଣ ସୌର ସଂଗ୍ରହକାରୀ ଡିଜାଇନ୍ କରିବା ବେଳକୁ ଇଞ୍ଜିନିୟର୍ ପ୍ରତିଫଳନ, ବିଛୁରଣ ଏବଂ ସିଧାସଳଖ ରଶ୍ମିର ହିସାବ କରି ଡିଜାଇନ୍ କରେ । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଆକାଶରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ସ୍ଥିତି ଏବଂ ଗତି ଉପରେ ଏହା ନିର୍ଭର କରେ । କାରଣ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ଆଲୋକ କେତେ ଡିଗ୍ରୀ କୋଣ କରି ଆବଶ୍ୟକ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ପଡ଼େ ତାହା ମଧ୍ୟ ଜାଣିବା ଦରକାର ।

ସୋଲାର୍ କଲେକ୍ଟର୍ (Solar Collector) ବା ସୌର ସଂଗ୍ରହକାରୀ :

କୌଣସି ତରଳ ପଦାର୍ଥ, ଗ୍ୟାସ୍ କିମ୍ବା ବାୟୁକୁ ସୌରଶକ୍ତି ଦ୍ୱାରା ଗରମ କରିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ତାହାକୁ ସୌର-ସଂଗ୍ରହକାରୀ ବା ସୋଲାର୍ କଲେକ୍ଟର୍ କହନ୍ତି । ଏହାକୁ ତିନିଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । ଯଥା— ଫ୍ଲାଟ୍ ପ୍ଲେଟ୍ କଲେକ୍ଟର୍ (Flat Plate Collector), ଫୋକସିଂ କଲେକ୍ଟର୍ (Focusing Collector) ଏବଂ ନନ୍‌ଇମେଜିଂ କଲେକ୍ଟର୍ (Non-imaging Collector) । ଫ୍ଲାଟ୍ ପ୍ଲେଟ୍ କଲେକ୍ଟରରେ ଆଲୋକର ଏକତ୍ରୀକରଣ ଘଟେନାହିଁ । ସାଧାରଣତଃ ଏଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଥିର ଏବଂ ଏହା 95 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲ୍‌ସିୟସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ପ୍ରଦାନ କରିବାରେ ସକ୍ଷମ ହୋଇଥାଏ ।

ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର କଲେକ୍ଟର୍ ଆକାଶରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଗତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହା ସୂର୍ଯ୍ୟର ଗତିପଥ ଅନୁସରଣ କରି ସିଧାସଳଖ ଆଲୋକକୁ ବ୍ୟବହାର କରେ ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବାରେ ସକ୍ଷମ ହୋଇଥାଏ ।

ତୃତୀୟ ପ୍ରକାର କଲେକ୍ଟର୍ ଏହି ଦୁଇ କଲେକ୍ଟରର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଅଟେ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏହା ଭଲଭାବରେ 'ଫୋକାଲ୍ ସ୍ପଟ୍' ବା ଆଲୋକର ଏକତ୍ରୀକରଣ କରିପାରେନାହିଁ । ଫଳରେ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ତାପ ପ୍ରାୟ 175 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ । ଏହା ସୌରପଥ ଅନୁସରଣ କରେନାହିଁ । ମାତ୍ର ଋତୁ ଅନୁସାରେ ଯନ୍ତ୍ରଟିକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇଥାଏ । ତେବେ ଗରମ କିମ୍ବା ଥଣ୍ଡା କରିବା ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ଫ୍ଲାଟ୍ ପ୍ଲେଟ୍ କଲେକ୍ଟର୍ ବା ନନ୍‌ଇମେଜିଂ ସଂଗ୍ରହକାରୀ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର କଲେକ୍ଟରର ସାରଣି ପରପୃଷ୍ଠାରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣି

ସୌର ସଂଗ୍ରହକାରୀର ପ୍ରକାରଭେଦ

ସଂଗ୍ରକାରୀର ପ୍ରକାର	ସାନ୍ଦ୍ରତା ଅନୁପାତ (କନ୍‌ସେନ୍‌ଟ୍ରେସନ୍ ରେସିଓ)	ତାପମାନର ପରିସର (ଡିଗ୍ରୀ ସେଲ୍‌ସିୟସ୍)
ସୌର ଜଳାଶୟ	1	30ରୁ 95
ସମତଳ ଥାଳିଆ	1	30ରୁ 95
ଶୂନ୍ୟ ନଳୀ	1	50ରୁ 200
ଯୁକ୍ତ ପରବଳୟୀ	3-5	70ରୁ 250
,, ,,	5-10	70ରୁ 300
ଫ୍ରେନେଲ୍ ଯବକାଚ	2-40	70ରୁ 300
ପରବଳୟୀ ଡିସ୍	1000ରୁ କମ୍	200ରୁ 900
କୈନ୍ଦ୍ରିକ ଗ୍ରହଣକାରୀ	1000ରୁ 2000	200ରୁ 1400

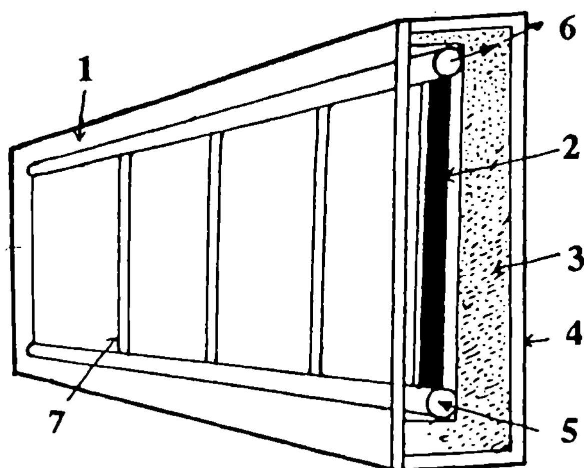
କନ୍‌ସେନ୍‌ଟ୍ରେସନ୍ ରେସିଓ (Concentration Ratio) ର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ଶୋଷକ (absorber) ଉପରେ ଘନୀଭୂତ ହେଉଥିବା ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା (intensity) ଓ ସଂଗ୍ରହକାରୀ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ଅଘନୀଭୂତ ସୌରଶକ୍ତି ତୀବ୍ରତାର ଅନୁପାତ।

ସମତଳ ଥାଳିଆ ସଂଗ୍ରହକାରୀ (Flat Plate Collector) :

ସାଧାରଣତଃ ଏଗୁଡ଼ିକ ଥଣ୍ଡାଦେଶରେ ଘର ଉଷୁମ କରିବାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ସନ୍ତରଣ ପୋଖରୀ (Swimming Pool) ରେ ପାଣି ଗରମ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେବା ସହିତ ଘରମାନଙ୍କରେ ଜଳ ଗରମ କରିବା କାର୍ଯ୍ୟରେ ଲାଗିଥାଏ। ଏଭଳି ଏକ ସଂଗ୍ରହକାରୀରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଅଂଶମାନ ରହିଥାଏ।

(1) Absorber Plate (ଶୋଷକ ଥାଳିଆ)
(2) Flow Passage (ପ୍ରବାହ ରାସ୍ତା)
(3) Cover Plate (ଉପର ଥାଳିଆ)
(4) Insulation (ରୋଧନ)
(5) Enclosure (ପରିବନ୍ଧକ)

[1. କାଚ ଘୋଡ଼ଣି, 2. ଶୋଷକ ପ୍ଲେଟ୍, 3. ଇନ୍‌ସୁଲେସନ୍, 4. ପ୍ଲେଟ୍, 5. ଥଣ୍ଡାଜଳ ପ୍ରବେଶ ମାର୍ଗ, 6. ଗରମ ଜଳ ବହିର୍ଗମନ ମାର୍ଗ, 7. ଚାନେଲ୍।]



ଶୋଷକ ଥାଳିଆ (Absorber Plate) :

ଏହା ସାଧାରଣତଃ ତମ୍ବା, ଷ୍ଟେନ୍‌ଲସ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ବା ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍‌ରେ ନିର୍ମିତ ହୋଇଥାଏ; କାରଣ ଏହା ତାପର ସୁପରିବାହୀ ହେବା ଦରକାର। ଏହି ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଉଚ୍ଚ ଶୋଷକତା (absorptance) ଥିବା କଳା ରଙ୍ଗ ବୋଳାହୋଇଥାଏ। ଯଦି ଶୋଷକ ପ୍ଲେଟ୍ ତମ୍ବା କିମ୍ବା ଷ୍ଟେନ୍‌ଲେସ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ଏଥିରେ କେତେକ ବରଣାତ୍ମକ ଆବରଣ (Selective Coating) ଦିଆଯାଇଥାଏ, ଯାହାଦ୍ୱାରା ସୌରଶକ୍ତିର ଶୋଷଣ ଭଲଭାବେ ହୋଇପାରିବ। ସାଧାରଣତଃ ବ୍ୟବହାର ହେଉଥିବା କେତେକ ସୌର ଆବରଣ (Solar Coatings) ପରପୃଷ୍ଠାର ସାରଣିରେ ଦିଆହୋଇଛି।

ପ୍ରବାହ ରାସ୍ତା (Flow Passages) :

ଏହା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ। ଯଦି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଜଳୀୟ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ଗୋଟାଏ ଗୋଟାଏ ଟ୍ୟୁବ୍ ଶୋଷକ ଥାଳିଆ ସହିତ ସର୍ବଦା ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଯଦି ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବଦଳରେ ବାୟୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ତାହାହେଲେ ଟ୍ୟୁବ୍‌ଟି ସର୍ବଦା ଶୋଷକ ଥାଳିଆ ତଳେ ରଖାଯାଇଥାଏ। ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଉତ୍ତାପ କ୍ଷୟକୁ ରକ୍ଷାକରେ। କାରଣ ବାୟୁର ତାପଜନିତ ଚାଳକତା ବା ଥର୍ମାଲ୍ କଣ୍ଡକ୍ଟିଭିଟି (Thermal Conductivity) କମ୍‌ଥିବା ହେତୁ ଶୋଷକ

ଏବଂ କାମ କରୁଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥ (fluid) ମଧ୍ୟରେ ତାପ ସଂଚାରଣ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ଫଳରେ ଉତ୍ତାପ ବେଶି ନଷ୍ଟ ହୁଏନାହିଁ।

ସାରଣି

ସୌର ଆବରଣମାନଙ୍କର ଧର୍ମ

ପଦାର୍ଥର ଗୁଣ	ଶୋଷକତା (Absorptance) α	ଉତ୍ସର୍ଜନତା (Emittance) ϵ	ଶୋଷକତା ଉତ୍ସର୍ଜନତାର ଅନୁପାତ α/ϵ	ବିଚ୍ଛେଦ ତାପମାନ ଡ଼ିଗ୍ରୀ ସେଲ୍‌ସିୟସ୍
1	2	3	4	5
କଳା କ୍ରୋମ	0.87 – 0.93	0.1	≃ 9	—
ଆଲକିଲ୍ ଏନାମେଲ୍	0.9	0.9	1	—
କଳା ଏକ୍ରିଲିକ୍ ପ୍ରଲେପ	0.92 – 0.97	0.84 – 0.9	1	—
କଳା ଅଜୈବ ପ୍ରଲେପ	0.89 – 0.96	0.86 – 0.93	1	—
କଳା ସିଲିକନ୍ ପ୍ରଲେପ	0.86 – 0.94	0.83 – 0.89	1	—
ଲେଡ୍ ସଲଫାଇଡ୍	0.94	0.4	2.5	35
ଫ୍ଲାଟ୍ କଳା ପ୍ରଲେପ	0.95 – 0.98	0.89 – 0.97	≃ 1	
ସେରାମିକ୍ ଏନାମେଲ୍	0.9	0.5	1.8	
କଳା ଜିଂକ୍	0.9	0.1	9.90	—
ଆଲୁମିନିୟମ୍ ଉପରେ ତମ୍ବାର ଅକ୍‌ସାଇଡ୍	0.93	0.11	8.5	200
ତମ୍ବା ଉପରେ ତମ୍ବାର ଅକ୍‌ସାଇଡ୍	0.85 – 0.90	0.08 – 0.12	7 – 11	450
ନିକେଲ୍ ଉପରେ କଳା କ୍ରୋମ୍	0.92 – 0.94	0.07 – 0.12	8 – 13	450
ନିକେଲ୍ ଉପରେ ନିକେଲ୍ ଜିଂକ୍ ସଲଫାଇଡ୍	0.96	0.97	1	280
ଷ୍ଟିଲ୍ ଉପରେ କଳାଲୁହା	0.90	0.10	9	—

ଅଚ୍ଛାଦନ ଥାଳିଆ (Cover Plate) :

ପରିବହନ ଏବଂ ବିକିରଣଜନିତ ଉତ୍ତାପ କ୍ଷୟକୁ ରକ୍ଷାକରିବା ପାଇଁ ଶୋଷକପ୍ଲେଟ୍ ଉପରେ ଆଚ୍ଛାଦନ ଥାଳିଆ (କଭର୍ ପ୍ଲେଟ୍) ଦିଆହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ସୌର ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ପହଁରିବା ପୁଷ୍କରିଣୀ (Swimming Pool)ର ଜଳ ଉଷୁମ ରଖିବାକୁ ହେଲେ ଏହା ବ୍ୟବହାର ନକଲେ ମଧ ଚଳେ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗ୍ଲାସ୍ କିମ୍ବା ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍‌ର ଆଚ୍ଛାଦନ ଥାଳିଆ ମଧ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଆଚ୍ଛାଦନ ଥାଳିଆର ସଞ୍ଚାରଣ ଅଧିକ ହେବା ଦରକାର ।

ରୋଧନ (Insulation) :

ତାପର କୁପରିବହନ ପାଇଁ ଫାଇବର୍ ଗ୍ଲାସ୍ (Fibre Glass) ସଂଗ୍ରହକାରୀ ଥାଳିଆର ତଳେ ଏବଂ ଉଭୟ କଡ଼ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ ।

ପରିବନ୍ଧକ (Enclosure) :

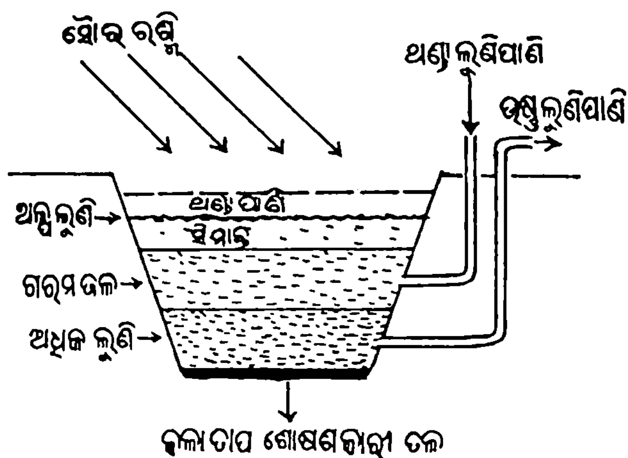
ସଂଗ୍ରହକାରୀଟିକୁ ଗୋଟିଏ ବାକ୍‌ସ ମଧରେ ବନ୍ଦକରି ରଖାଯାଇଥାଏ । ଏହା ପାଗଜନିତ ବିପଦରୁ ସଂଗ୍ରହକାରୀଟିକୁ ରକ୍ଷାକରେ ଏବଂ ସାଧାରଣତଃ ଷ୍ଟିଲ୍, ଆଲ୍‌ମୁନିୟମ୍ ବା ଫାଇବର୍ ଗ୍ଲାସ୍‌ରେ ହୋଇଥାଏ ।

ସମତଳ ଥାଳିଆ ସଂଗ୍ରହକାରୀ (ଫ୍ଲାଟ୍ ପ୍ଲେଟ୍ କଲେକ୍ଟର୍) ସାଧାରଣତଃ ନିମ୍ନତାପ ଦରକାର ହେଉଥିବା ସ୍ଥାନରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ୨୨ ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ପ୍ରଦାନ କରିପାରେ । ଏଗୁଡ଼ିକ ଭଲଭାବେ କାମ କରିବା ପାଇଁ ଉତ୍ତାପ ଆଇନା (Heat Mirrors) କେତେକ 'ବଛା ପୃଷ୍ଠତଳ' ଉପରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ତାପଜ ଆଇନାଗୁଡ଼ିକ ସୂର୍ଯ୍ୟରଶ୍ମିକୁ ପ୍ରତିଫଳନ କରାଇ ଶୋଷକ ଥାଳିଆ ଉପରେ ପକାଇଥାଏ ।

ଅଧିକାଂଶ ଜଳସଂଗ୍ରହକାରୀକୁ ସକ୍ରିୟ (Active) ସିଷ୍ଟମ୍ କୁହାଯାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକରେ ଗୋଟାଏ ପମ୍ପ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମଧ ଦେଇ ସଂଗ୍ରହକାରୀକୁ ଉତ୍ତାପ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ପମ୍ପଟି ତାପ ସଂବେଦୀ (Heat Sensor) ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ହୋଇଥାଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷେ ନିଷ୍କ୍ରିୟ (Passive) ସୌର ଜଳ ଉତ୍ତାପକାରୀ (Solar Water Heater) ଉତ୍ତାପ ପ୍ରବାହର ତାପ ସାଇଫନ୍ (Thermo Syphon) ପ୍ରଭାବ ଉପରେ ପରିଚାଳିତ ହୋଇଥାଏ ।

ସୌର ଜଳାଶୟ (Solar Pond) :

ସୌର ଜଳାଶୟ ବା Solar Pond ଅନ୍ତଦାମୀ ସୌର ସଂଗ୍ରହକାରୀ ଏବଂ ସୌର ଉତାପ ରକ୍ଷଣକାରୀ ଉଭୟର ସମାହାର ଅଟେ। ଏହା ପ୍ରଥମେ ଇସ୍ରାଏଲ୍‌ରେ ତିଆରିହୋଇଥିଲା। ଭୂମଧ୍ୟସାଗରୀୟ ଜଳବାୟୁ ଏବଂ ଦେଶର ଉତପ୍ତ ବାତାବରଣ ମଧ୍ୟରେ ଏହା ଭଲ କାମ କରେ। ସାଧାରଣତଃ ସୌର ଜଳାଶୟ 3 ମିଟର ଗଭୀର ହୋଇଥାଏ।



ଏହା ଘନ ଲୁଣପାଣି (Brine Solution) ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣହୋଇଥାଏ। ସବୁଠାରୁ ଘନ ସ୍ତର 20% ଲୁଣ ସହ ସବାତଳେ ଥାଏ। ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିସରିତ ହୋଇ ଲୁଣ ମିଶ୍ରିତ ଜଳରେ ଶୋଷିତ ହେବା ଫଳରେ ଜଳର ଉତାପ 100 ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧିପାଇଥାଏ। ଜଳାଶୟର ତଳେ ଖୁବ୍ କମ୍ ଉତାପ ନଷ୍ଟ ହୋଇଥାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଘନ ଲୁଣପାଣି ମିଶ୍ରଣର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଥିବାରୁ ଉତାପ ନଷ୍ଟ ହୋଇପାରେନାହିଁ। ଫଳରେ ଦରକାର ସମୟରେ ତଳସ୍ତରର ଉତପ୍ତ ଲୁଣପାଣି ମିଶ୍ରଣ ବାହାର କରି ନିଆଯାଇ ଉତାପ ବାହାର କରାଯାଇପାରେ। ଏହା ଉତାପ ପମ୍ପ ରୂପେ କାମକରିପାରେ। ଇସ୍ରାଏଲ୍‌ରେ ସବୁଠାରୁ ବଡ଼ ସୌର ଜଳାଶୟର ଆକାର 700 ବର୍ଗମିଟର ଏବଂ ଏଥିରୁ 150 କିଲୋୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ବାହାର କରାଯାଇପାରେ।

ଫ୍ଲାଟ୍ ପ୍ଲେଟ୍ ସଂଗ୍ରହକାରୀକୁ ଛାଡ଼ି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ସଂଗ୍ରହକାରୀମାନ ମଧ୍ୟ ଉତାପ ସୃଷ୍ଟି କରିବାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଏଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଭାକମ୍ ଟ୍ୟୁବ୍ କଲେକ୍ଟର

(Vacuum Tube Collector), ଲାଇନ୍ ଫୋକସ୍ କଲେକ୍ଟର୍ (Line Focus Collector), ମିଶ୍ର ପରବଳୟୀ କଲେକ୍ଟର୍ (Compound Parabolic Ccollector), ଖଣ୍ଡୀୟ ଆଇନା କଲେକ୍ଟର୍ (Segmented Mirror Collector) ଇତ୍ୟାଦି ମଧ୍ୟମ ଧରଣ ଉତ୍ତାପ ସୃଷ୍ଟି କରିବାରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥାଏ। ଉଚ୍ଚତାପ (High Temperature) ସୃଷ୍ଟି କରିବା ପାଇଁ ବିନ୍ଦୁନାଭିକ କଲେକ୍ଟର୍ (Point Focus Collector) ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ। ଏହାଦ୍ୱାରା ୨୦୦ ଡିଗ୍ରୀ ସେଲସିୟସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପ ସୃଷ୍ଟି କରିହୁଏ।

ସୌର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି :

ସୌର ଶକ୍ତିରୁ ସାଧାରଣତଃ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଦୁଇଟି ଉପାୟରେ ବାହାର କରାଯାଇପାରେ। ପ୍ରଥମତଃ ସୌରଶକ୍ତିଦ୍ୱାରା ତାପଜ ଇଞ୍ଜିନ୍ (Heat Engine) ଚଳାଯାଇପାରେ ଏବଂ ଏହି ତାପଜ ଇଞ୍ଜିନ୍ ଜେନରେଟରକୁ ଲଗାଇଦେଲେ ସେଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। ଦ୍ୱିତୀୟତଃ ସୂର୍ଯ୍ୟ ରଶ୍ମିକୁ ସିଧାସଳଖ ଭାବେ ଅର୍ଦ୍ଧ-ସୁପରିବାହୀ ଫଟୋଭୋଲ୍‌ଟାଇକ୍ ସେଲ୍ ବା ସୌର ସେଲ୍ (Solar Cell) ଉପରେ ପକାଇବା ଦ୍ୱାରା ତହିଁରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। ଅବଶ୍ୟ ଏଥିରେ ସୂର୍ଯ୍ୟରଶ୍ମିକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିରେ ବଦଳାଇବା ପାଇଁ ରୂପାନ୍ତର ଦକ୍ଷତା (Conversion Efficiency) ଶତକଡ଼ା 5 ରୁ 20 ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ।

ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ :

ତାପ ବିଭିନ୍ନ ଉପାୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୁଏ। ପୂର୍ବରୁ ସୌର ଶକ୍ତିରୁ କିପରି ଉତ୍ତାପ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ ତାହା କୁହାଯାଇଛି। ପ୍ରକୃତରେ ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପାଇଁ ରେଙ୍କିନ୍ (Rankine) ଇଞ୍ଜିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଏଥିରେ ଉଚ୍ଚତାପଜନିତ ବାଷ୍ପ ବଏଲରମାନଙ୍କରେ ତିଆରିକରାଯାଇ ଟରବାଇନ୍ ମଧ୍ୟକୁ ଛଡ଼ାଯାଇଥାଏ। ଏହା ଜେନରେଟର୍ ଚଳାଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନକରେ। ବାହାରକୁ ଯାଉଥିବା ବାଷ୍ପକୁ ପୁଣି ଥଣ୍ଡାକରି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ। ମାତ୍ର ଏହି ଇଞ୍ଜିନ୍ ଦକ୍ଷଶୀଳ ନୁହେଁ (Inefficient)। ଏହାର ରୂପାନ୍ତର ଦକ୍ଷତା (Conversion Efficiency) ଶତକଡ଼ା 35 ରୁ 40 ମାତ୍ର।

ଆଜିକାଲି ଦୁଇପ୍ରକାର ସୌର ବିଦ୍ୟୁତ୍ (ସୋଲାର୍ ପାୱାର୍) ଷ୍ଟେସନ୍ ଦେଖାଯାଏ। ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ଷ୍ଟେସନ୍‌ରେ ସୋଲାର୍ କଲେକ୍ଟର୍‌ଗୁଡ଼ିକ ବିକ୍ଷିପ୍ତ ହୋଇ ରହିଥିବା ସ୍ଥଳେ ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର ଷ୍ଟେସନ୍‌ରେ ଏଗୁଡ଼ିକ ଗୋଟାଏ ସ୍ଥାନରେ କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ହୋଇଥାଏ। ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ଷ୍ଟେସନ୍ ଜାପାନର ନିଓଠାରେ (1 ମେଗାୱାଟ୍), ଆମେରିକାର

ଏରିଜୋନା (150 କିଲୋୱାଟ), ଅଷ୍ଟ୍ରେଲିଆ (100 କିଲୋୱାଟ) ଏବଂ କୁଏତ୍ (100 କିଲୋୱାଟ) ଠାରେ ଦେଖାଯାଏ। ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର ଷ୍ଟେସନ୍ ନିଉମେକ୍ସିକୋ (2 ମେଗାୱାଟ), ଜାପାନ, ଇଟାଲି, ସ୍ପେନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଦେଶରେ ଦେଖାଯାଏ। ଆମେରିକାର କାଲିଫର୍ଣ୍ଣିଆଠାରେ ସବୁଠାରୁ ବେଶି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ ଷ୍ଟେସନ୍ କରାଯାଇଛି। ଏଥିରେ 10 ମେଗାୱାଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରୁଛି।

ଆଲୋକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ :

ସୌର ସେଲ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ସୂର୍ଯ୍ୟ ରଶ୍ମିକୁ ସିଧାସଳଖ ଭାବେ ଶକ୍ତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରନ୍ତି। ଏଗୁଡ଼ିକ ଆଦର୍ଶ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନକାରୀ ଉତ୍ସ। କାରଣ ଏହାଦ୍ୱାରା ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଦୂଷିତ ହୁଏନାହିଁ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକ ପରିଷ୍କାର, ସୁରକ୍ଷିତ ଏବଂ ଶବ୍ଦହୀନ ଭାବେ କାମକରନ୍ତି। ଏହା ଥରେ କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଖଞ୍ଜାହେଲେ ରକ୍ଷଣାବେକ୍ଷଣ ପାଇଁ ଅଳ୍ପ ଯତ୍ନ ଦରକାର ପଡ଼େ। ସୌର ସେଲ୍ ପୃଥିବୀରେ ପ୍ରଚୁର ଭାବେ ମିଳୁଥିବା ସିଲିକନ୍‌ରୁ ତିଆରି। ସିଲିକନ୍ (Silicon) ଏକ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁ ଏବଂ ବାଲି (Sio_2)ରୁ ପ୍ରଚୁର ଭାବେ ମିଳିଥାଏ। ତେଣୁ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଏହି ସିଲିକନ୍ ସୌରସେଲ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ସମଗ୍ର ପୃଥିବୀରେ ଦରକାର ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ। ମାତ୍ର ଏହା କ'ଣ ପ୍ରକୃତରେ ସମ୍ଭବ? ନା, ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏଥିରେ ସଫଳ ହୋଇନାହାନ୍ତି। କାହିଁକି? ଏହାର ଉତ୍ତର ପରେ ଦିଆଯାଇଛି।

ସେ ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି, ସୌର ସେଲ୍ ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତିର ଏକ ନୂତନ ଉତ୍ସ ଏବଂ ଏହାର ଦାମ୍ ଓ ଖର୍ଚ୍ଚ କମ୍ ହେଉଥିବାରୁ ପାରମ୍ପରିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ସହ ତୁଳନୀୟ। ଆଶା କରାଯାଏ ଆଗାମୀ ଦଶବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ବିଭିନ୍ନ ଶିଳ୍ପୋନ୍ନତ ରାଷ୍ଟ୍ର ଏହାକୁ ଉପଯୋଗ କରିପାରିବେ।

ସୌର ସେଲ୍‌ର ବିକାଶ :

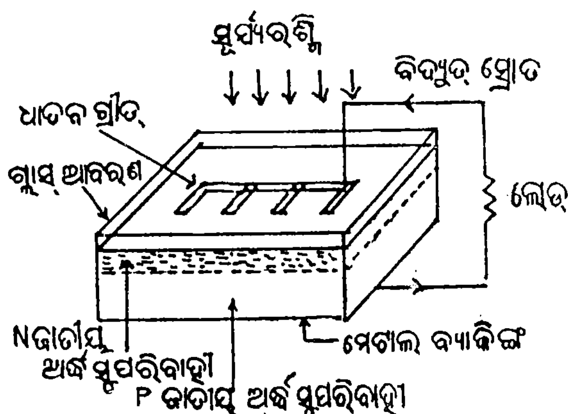
ପ୍ରଥମ ସୌର ସେଲ୍ ବା ଫଟୋ ଭୋଲ୍‌ଟାଇକ୍ ଯନ୍ତ୍ର ଆମେରିକାର ବେଲ୍ ଗବେଷଣାଗାର (Bell Laboratory) 1954 ମସିହାରେ ବାହାର କରିଥିଲେ। ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର୍ (ଅର୍ଦ୍ଧ ସୁପରିବାହୀ) ସିଲିକନ୍ ଉପରେ ଗବେଷଣା ହେବା ସମୟରେ ଏହା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥିଲା। ଅଳ୍ପ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଏଗୁଡ଼ିକ ବହୁ ସଂଖ୍ୟାରେ ତିଆରି

ହୋଇ ମହାକାଶଯାନମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଲା; କାରଣ ଏଗୁଡ଼ିକ ଅତି ହାଲୁକା ଏବଂ ନିର୍ଭରଯୋଗ୍ୟ ଥିଲା । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ମହାକାଶରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନମାନ ଯାନରେ ବିନାମୂଲ୍ୟରେ ଶକ୍ତି ମିଳିପାରିଲା । ବିଗତ 20 ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଏଗୁଡ଼ିକର ମୂଲ୍ୟ ଯଥେଷ୍ଟ ଭାବେ ହ୍ରାସପାଇଛି ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକ ବର୍ତ୍ତମାନ ଅଳ୍ପ ମୂଲ୍ୟରେ ଉପଲବ୍ଧ ହୋଇପାରୁଛି ।

ସୌର ସେଲ୍ ବିଭିନ୍ନ ଅର୍ଦ୍ଧ ସୁପରିବାହୀ ପଦାର୍ଥରୁ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ । ଯଥା– କାଡ୍‌ମିୟମ୍ ସଲଫାଇଡ୍ (Cadmium Sulphide), ଗେଲିୟମ୍ ଆର୍ସେନାଇଡ୍, (Gallium Arsenide), ଗେଲିୟମ୍ ଏଣ୍ଟିମୋନାଇଡ୍ (Gallium Antimonide) ଇତ୍ୟାଦି । ମାତ୍ର ଆଜି ସୁଦ୍ଧା ସିଲିକନ୍ ବିଶେଷ ଭାବେ ଆଦୃତ ହୋଇପାରିଛି । ତା'ର କାରଣ, ସିଲିକନ୍ ଫଟୋଭୋଲ୍‌ଟାଇକ୍ ସେଲ୍‌ର ଦକ୍ଷତା (efficiency) ଅନ୍ୟ ସେଲ୍ ଅପେକ୍ଷା ବେଶି । ପ୍ରକୃତରେ ଆଜି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରୂପାନ୍ତର ଦକ୍ଷତା (Conversion Efficiency) ଶତକଡ଼ା 11 – 12 ରହିଛି । ଏହା ଜାପାନର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ଭବ ହୋଇଛି । ପ୍ରକୃତରେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଖାଣ୍ଟି ବା ବିଶୁଦ୍ଧ ସିଲିକନ୍ କୁପରିବାହୀ ଅଟେ । ମାତ୍ର ଏଥିରେ ଅପଦ୍ରବ୍ୟ (impurity) ମିଶାଇଲେ ଏହା ଅର୍ଦ୍ଧସୁପରିବାହୀ ବା ସେମିକଣ୍ଡକ୍ଟର୍ ହୋଇପାରେ । ଏହି ଅପଦ୍ରବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ହେଲା– ଫସ୍‌ଫରସ୍, ଆର୍ସେନିକ୍ ଏବଂ ବୋରନ୍ । ମାତ୍ର ଏଗୁଡ଼ିକର ପରିମାଣ ଶହେକୋଟି ଭାଗରୁ ଏକ କିମ୍ବା ଦୁଇଭାଗ ହେବା ଦରକାର । ଏଥିରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ଏହା ବିଷପରି କାମକରେ । ବିଶେଷ କରି ସୌର ସେଲ୍ ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ସିଲିକନ୍ ଏକକ କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍ (Single Crystal) ଅଟେ । ଏହି ଏକକ କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍‌କୁ ବିଭିନ୍ନ ଉପାୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇଥାଏ । ଏଥିରୁ ସିଲିକନ୍ ୱାଫାର୍ (Wafer) ସବୁ କାଟି ରଖାଯାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକର ମୋଟେଇ ମାତ୍ର ଅଳ୍ପ କେତେ ନାନୋମିଟର । (1 ନାନୋମିଟର = $1 / 10^9$ ମିଟର) ଏକକ କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍ ୱାଫାର୍ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟକୁ ଫସ୍‌ଫରସ୍ କିମ୍ବା ବୋରନ୍ ବା ଆର୍ସେନିକ୍ ଅଭିସରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା (Diffusion) ସାହାଯ୍ୟରେ ପୂରାଯାଏ । ଏଭଳି ତିଆରି ହୋଇଥିବା ୱାଫାର୍ (Wafer) ଉପରେ ସୂର୍ଯ୍ୟରଶ୍ମି ପଡ଼ିବାମାତ୍ରେ ଏକକ କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଢିଲା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସବୁ ନିଜ ସ୍ଥାନରୁ ବାହାରି କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍ (Crystal) ଭିତରେ ଗତିକରନ୍ତି । ଏହା ଏକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଏହି ୱାଫାର୍ ଟିକୁ(Wafer) ଦୁଇଟି ଧାତବ ସଂସ୍ପର୍ଶ ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଭୋଲଟେଜ୍ ଦେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ବାହାରକୁ ଆସେ । ଏଭଳି ଏକ ଫୋଟୋଭୋଲ୍‌ଟାଇକ୍ ସେଲ୍‌ର ଚିତ୍ର ପରପୃଷ୍ଠାରେ ଦିଆହୋଇଛି ।

ସାଧାରଣତଃ ବିଚ୍ଛୁରିତ ଆଲୋକ ପଡ଼ିଥିବା ସ୍ଥାନରେ ଗୋଟାଏ ୨ ସେ.ମି. ବ୍ୟାସ ଥିବା ସୋଲାର୍ ସେଲ୍ 0.75 ୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଦେଇଥାଏ । ମାତ୍ର ସ୍ଥାନ ତଥା ସୌରରଶ୍ମି ସିଧାସଳଖ ପଡ଼ିଲେ ଏହା ବେଶି ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇପାରେ । ଯଦି ଆଲୋକକୁ ଫ୍ରେନେଲ୍ ଲେନ୍‌ସ (Fresnel Lens) ଦ୍ୱାରା କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ କରାଯାଇ ସୋଲାର୍

ସେଲ୍ ଉପରେ ପକାଯାଇପାରେ, ତା'ହେଲେ ପ୍ରତି ବର୍ଗ ସେ:ମି: କ୍ଷେତ୍ରରୁ 20 ୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ। ମାତ୍ର ଏହା କରିବାକୁ ଗଲେ ପ୍ରଚୁର ଅର୍ଥ ଖର୍ଚ୍ଚ କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ। ସୋଲାର୍ ସେଲ୍‌ର ରୂପାନ୍ତର ଦକ୍ଷତା ବହୁତ ଗୁଣକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ବର୍ତ୍ତମାନ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ସେଲ୍ ଏହା ଉପରେ ପଡୁଥିବା ସୌରଶକ୍ତିର ଏକ-ଷଷ୍ଠାଂଶ ଶକ୍ତିକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଛି। ବିଭିନ୍ନ ଉପାୟ ଅବଲମ୍ବନଦ୍ୱାରା ଏହି ଦକ୍ଷତା 30% ଉଠିପାରିବ ବୋଲି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଆଶାକରନ୍ତି। ସିଲିକନ୍ ସେଲ୍‌ମାନଙ୍କରେ ଏହି ଦକ୍ଷତା 15% ଏବଂ ଗେଲିୟମ୍ ଆର୍ସେନାଇଡ୍ ସେଲ୍‌ରେ ଏହା 18% ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଏଗୁଡ଼ିକ ଆଦର୍ଶ ଅବସ୍ଥାରେ ହୋଇପାରେ। ପ୍ରକୃତ ଉପଯୋଗ ବା ବ୍ୟବହାର କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥା ଦେଖି ଏହା 10%କୁ କମିଯାଇଥାଏ। ତେଣୁ ପ୍ରକୃତରେ ପାରମ୍ପରିକ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଗୋଲାକୃତି ସେଲ୍‌ରେ ପଡୁଥିବା ସୌରଶକ୍ତିର 6–7% ମାତ୍ର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୁଏ।



ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ସୋଲାର୍ ସେଲ୍‌ମାନଙ୍କର ଦକ୍ଷତା ଉତ୍ତାପ ବଢ଼ିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ କମିଯାଏ। ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ସିଲିକନ୍ ସୋଲାର୍ ସେଲ୍‌ରେ ତାପମାନ 20 ଡିଗ୍ରୀ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ରୁ 100 ଡିଗ୍ରୀ ସେଣ୍ଟିଗ୍ରେଡ୍ ହେଲେ ଦକ୍ଷତା ଅଧା ହୋଇଯାଏ। ମାତ୍ର **Ga As (Gallium Arsenide)** ସେଲ୍‌ମାନ ତାପମାତ୍ରା ଦ୍ୱାରା ଏତେ ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏନାହିଁ। ପୃଥିବୀର ପ୍ରଥମ 'ସୋଲାର୍ ବ୍ରିଡ଼ର୍' 1981 ମସିହାରେ ଆମେରିକାସ୍ଥିତ ମେରୀଲାଣ୍ଡର ଫ୍ରଡ଼ରିକ୍‌ଠାରେ ଆରମ୍ଭ ହୋଇ 1982 ମସିହାରେ ଶେଷହୋଇଥିଲା। ଏହି ଶକ୍ତି କାରଖାନାରେ 200 କିଲୋୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇପାରୁଛି।

ସୋଲାର୍ ସେଲର ଦାମ୍ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ବହୁତ ବେଶୀ। 1950 ମସିହାରେ ଆମେରିକାର ମହାକାଶ ପ୍ରୋଗ୍ରାମ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ସୋଲାର୍ ଶକ୍ତିର ଦାମ୍ କିଲୋୱାଟ୍ ପ୍ରତି 2,00000 ଡଲାର୍ ଥିଲା। 1970 ବେଳକୁ ଏହା 30,000 ଡଲାରକୁ କମିଗଲା। 1985 ମସିହାରେ ଏହା 1000 ରୁ 2000 ଡଲାର୍ ମଧ୍ୟରେ ରହିଛି। ଆମେରିକା ସରକାର ଏହାକୁ କମାଇ 1990 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା କିଲୋୱାଟ୍ ପ୍ରତି 100 ରୁ 300 ଡଲାର୍ ରଖିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକରୁଛନ୍ତି। ଏହା ହୋଇପାରିଲେ ସୌରଶକ୍ତିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି କମ୍ ଖର୍ଚ୍ଚରେ ମିଳିପାରିବ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେରିକା, ଇଂଲଣ୍ଡ, ଜାପାନ, ଫ୍ରାନସ୍, ଇସ୍ରାଇଲ୍, ଇଟାଲୀ ତଥା ଭାରତବର୍ଷରେ ଏ ଗବେଷଣାରେ ପ୍ରଚୁର ଅର୍ଥ ବିନିଯୋଗ କରାହୋଇଛି। ଆଶା କରାଯାଏ ଆଗାମୀ ଦଶ ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ସୌରଶକ୍ତିରୁ ଉତ୍ପାଦନ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିର ଦାମ୍ ଆହୁରି କମିଯିବ ଏବଂ ମାନବଜାତିର ହିତ ସାଧନରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବ।

ସୌରଶକ୍ତି ଏବଂ ଭାରତବର୍ଷ :

ଭୌଗୋଳିକ ପରିସ୍ଥିତି ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଭାରତବର୍ଷରେ ପ୍ରଚୁର ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ମିଳିଥାଏ। ମାତ୍ର ଏହାର ସଦୁପଯୋଗ କରିବାପାଇଁ ଆମେ ବିଫଳ ହୋଇଛୁ। ଅବଶ୍ୟ ବର୍ତ୍ତମାନ ସରକାର ଏଥିପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ଗବେଷଣାତ୍ମକ ପ୍ରକଳ୍ପମାନ ହାତକୁ ନେଇଛନ୍ତି। ବର୍ତ୍ତମାନ ଭାରତର ଚାଷୀମାନଙ୍କୁ ସୌରଚାଳିତ ପମ୍ପ୍ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇପାରିଛି। କେତେକ ଗ୍ରାମରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଇଛି। ବଡ଼ ବଡ଼ ହୋଟେଲ୍‌ମାନଙ୍କରେ ସୋଲାର୍ ସେଲ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ପାଣି ବିଶୋଧନ କରାଯିବା ସହିତ ଉଷୁମ ପାଣି ଯୋଗାଣ କରାଯାଇପାରୁଛି। ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସାରଣିରୁ ଭାରତରେ ବିଭିନ୍ନ ସୌରଶକ୍ତି ପରିଚାଳିତ ଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କ ବ୍ୟବହାର ବିଷୟରେ ସମ୍ୟକ୍ ଧାରଣା ମିଳିପାରିବ।

ସାରଣି

ସୌରତାପଜନିତ ପଦ୍ଧତି ସମୂହ

ପଦ୍ଧତିର ନାମ	କେତେ ବ୍ୟବହାର ହୋଇଛି ୩୧।୩।୮୭ ସୁଦ୍ଧା	ତା'ର ସଂଖ୍ୟା ୧୫।୧।୮୮ ସୁଦ୍ଧା
ସୌର ଜଳ ଗରମ	1080	1322
ବାୟୁ ହିଟର୍ (ଚାଷପାଇଁ)	29	32
ଡ୍ରାୟାର୍ (Dryers)	35	35
ସୌର ଷ୍ଟିଲ୍‌ସ୍ (Solar Stills)	6274	6840
ଗୃହ ଜଳ ଗରମ	1227	1800

ସୌର ଫଟୋଭଲ୍‌ଟାଇକ୍ ପଦ୍ଧତି

	ଯୋଗାଣ ସଂଖ୍ୟା	କେତେ ଯୋଗାଣ ହୋଇଛି
ପାଣି ପମ୍ପ୍	250	126
ରାସ୍ତା ଆଲୋକ	3000	4255
କମ୍ୟୁନିଟି ଆଲୋକ / ଟି.ଭି ଇତ୍ୟାଦି	50	44
ଗୃହ ଆଲୋକ	500	200
ବ୍ୟାଟେରୀ ଚାର୍ଜିଂ	30	104
ଛୋଟ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍	100 କିଲୋୱାଟ୍	47 କିଲୋୱାଟ୍

ବର୍ତ୍ତମାନ ଭାରତବର୍ଷର ବିଭିନ୍ନ ଗବେଷଣାଗାରମାନଙ୍କରେ ସୌରଶକ୍ତି ବିଷୟରେ ଗବେଷଣା ଚାଲିଛି । ଏଥିମଧ୍ୟରେ ଦିଲ୍ଲୀସ୍ଥିତ ଜାତୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଗବେଷଣାଗାର, ଭାରତୀୟ ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଆଇ.ଆଇ.ଟି ତଥା ଟାଟା ଶକ୍ତି ଗବେଷଣା ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ ଅନ୍ୟତମ । ଭାରତ ହେଭି ଇଲେଟ୍ରିକାଲସ୍ ଲିମିଟେଡ୍‌ରେ ମଧ୍ୟ ଗବେଷଣା ହେଉଛି । ସାହିବାବାଦସ୍ଥିତ ସେଣ୍ଟ୍ରାଲ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋନିକ୍ସ ଲିମିଟେଡ୍ (CEL) ରେ ସିଲିକନ୍‌ର ଏକକ କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍ ତିଆରି ହେବାଫଳରେ ଭାରତବର୍ଷରେ ଫଟୋଭୋଲ୍‌ଟାଇକ୍ ସେଲ୍ ତିଆରି ହୋଇପାରିଛି । ତଥ୍ୟ ସମ୍ବଳିତ ଗବେଷଣା କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ଭାରତ ବ[illegible] ଆଗେଇ ଯାଇଛି । ସୌରଶକ୍ତିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ବାହାର କରି ଜନସମାଜର କ[illegible] କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ଆଉ କିଛି ସମୟ ଲାଗିପାରେ ।

ତୃତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟ

ପବନ ଶକ୍ତି

ବଞ୍ଚିବା ପାଇଁ ଜଳଭଳି ପବନ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ। ପବନ ବିନା ମଣିଷ କାହିଁକି ପଶୁପକ୍ଷୀ ମଧ୍ୟ ବଂଚିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ। ତେଣୁ ଏହାକୁ ପ୍ରାଣଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ। ଏହି ପବନରେ ନିହିତ ଶକ୍ତିକୁ ମନୁଷ୍ୟର ପୂର୍ବ ବଂଶଧରମାନେ ଭଲଭାବେ ଉପଲବ୍ଧି କରିଥିଲେ। ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ବହୁପୂର୍ବରୁ ପବନଶକ୍ତିର ପ୍ରୟୋଗ ପ୍ରାଚ୍ୟ ଏବଂ ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ହୋଇଥିଲା। ନଦୀରେ ଡଙ୍ଗା ବାହିବା ସମୟରେ ନାଉରୀ ପବନଶକ୍ତିର ଉପଯୋଗ କରି ନୌକା ବାହିଥାଏ। କ୍ରମେ ନୌକାମାନଙ୍କରେ ପାଲ ଲଗାଇ ପବନଶକ୍ତିର ବିଶେଷ ପ୍ରୟୋଗ ଆରମ୍ଭ ହେଲା।

ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଇଂଲଣ୍ଡର ଅର୍ଥନୀତିରେ ପବନଶକ୍ତି ଏକ ବିଶେଷ ଅଂଶ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲା। 25 ମିଟର ରୋଟର୍ (ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ) ବ୍ଲେଡ୍‌ଥିବା ଏକ ପବନ କଳ 200 ଲୋକଙ୍କର କାମଠାରୁ ଅଧିକ କାମକରୁଥିଲା। ଭଲ ପବନ ବହୁଥିବା ସ୍ଥାନରେ ଏହା 24 kw-hour ଶକ୍ତି ପ୍ରତିଦିନ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରେ। ମାତ୍ର ଜଣେ ମଣିଷ ଦିନକୁ 1 kw-hour ଶକ୍ତିର କାମ କରିପାରେ। ତେଣୁ ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷବେଳକୁ ପବନକଳଗୁଡ଼ିକର ଉନ୍ନତି ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଏବଂ ଇଞ୍ଜିନିୟରମାନେ ବିଶେଷ ଆଗ୍ରହୀ ହୋଇପଡ଼ିଲେ। ଏହାର ମୁଖ୍ୟ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ଥିଲା ଏମିତି ଏକ ରୋଟର୍ (ଘୂର୍ଣ୍ଣନକାରୀ) ତିଆରି କରିବା ଯାହା ମିଳୁଥିବା ପବନଶକ୍ତିକୁ ଭଲଭାବେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି କାମ କରିପାରିବ। ଏହା ହୋଇପାରିଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି କମ୍ ଖର୍ଚ୍ଚରେ ମିଳିପାରିବ। ଏଥିପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ରୋଟର୍‌ମାନ ତିଆରି ହେଲା। ଏଥିରୁ କିଛି କାମକଲା ଆଉ କିଛି କାମ କଲାନାହିଁ।

ଡେନ୍‌ମାର୍କରେ 1890 ମସିହାରେ ପବନକଳ ଦ୍ୱାରା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇପାରିଲା ଏବଂ 1908 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଛୋଟ ଛୋଟ ବହୁ ପବନକଳ ବସାଯାଇ ସେଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଗଲା। ପ୍ରାୟ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପବନ କଳ 5–25 kw. ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରୁଥିଲା। କ୍ରମେ କ୍ରମେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଅଧିକ ଗବେଷଣା କରି ବଡ଼ ବଡ଼ ପବନ ଟରବାଇନ୍ ସୃଷ୍ଟିକଲେ। ଆଜିକୁ 55 ବର୍ଷତଳେ ସୋଭିଏତ୍

ରୁଷ୍‌ରେ ପ୍ରଥମ ବଡ଼ ଟରବାଇନ୍ ବସିଲା। ଏହାର ରୋଟର୍‌ର ବ୍ୟାସ 30 ମିଟର ଥିଲା ଏବଂ ଏହା 100 କିଲୋୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରିଲା। ଏହାପରେ ଆମେରିକା ଏବଂ ଇଂଲଣ୍ଡରେ ଅନେକ ପବନକଳ ବସିଥିଲେ ମଧ୍ୟ 1970 ମସିହା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହା ବିଶେଷ ଦୃଷ୍ଟି ଆକର୍ଷଣ କରିପାରିନଥିଲା। 1972 ମସିହାରେ ଶକ୍ତି ସଙ୍କଟ ଦେଖାଦେବା ପରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପବନଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା ଚଳାଇଲେ।

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପବନ ଟରବାଇନ୍

ସମୟ	ସ୍ଥାନ	ଶକ୍ତି	ରୋଟର୍‌ର ବ୍ୟାସ	କେତୋଟି ବ୍ଲେଡ୍
1931	ୟାଲ୍‌ଟା (ରୁଷ)	100	30.0	3
1941	ଭେରମଣ୍ଟ୍ (ଆମେରିକା)	1250	53.3	2
1954	ଓରକ୍‌ନେ (ଇଂଲଣ୍ଡ)	100	15.3	3
1955	ସେଣ୍ଟ୍ ଆଲବନସ୍ (ଇଂଲଣ୍ଡ)	100	24.4	2
1957	ଗେଡ୍‌ସର (ଡେ଼ନ୍‌ମାର୍କ)	200	24.0	3
1957	ଷ୍ଟୋଟେନ୍ (ଜର୍ମାନୀ)	100	34.0	2
1958	ସେଣ୍ଟ୍ ରେମି ଡ଼ି ଲେଣ୍ଡସ୍ (ଫ୍ରାନସ୍)	132	21.2	3
1958	ନୋଜେଣ୍ଟ ଲେ ରୋଇ (ଫ୍ରାନସ୍)	800	30.2	3
1959	ଆଇଲ୍ ଅଫ୍ ମେନ୍ (ଇଂଲଣ୍ଡ)	100	15.2	3
1963	ସେଣ୍ଟ ରେମି ଡ଼ି ଲେଣ୍ଡସ୍ (ଫ୍ରାନସ୍)	1000	35.0	3

ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ପବନକଳର ବେଶ୍ ପ୍ରଭାବ ଥିଲା ବୋଲି ଏଥିରୁ ଅନୁମାନ କରିହୁଏ।

ପବନର ପ୍ରକୃତି

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ବ୍ୟବହାର ପୂର୍ବରୁ ତା'ର ପ୍ରକୃତି ଜାଣିବା ଯେପରି ଆବଶ୍ୟକ ସେହିଭଳି ପବନର ସଦୁପଯୋଗ ପୂର୍ବରୁ ତା'ର ପ୍ରକୃତି ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ଉଚିତ ହେବ। ଆମେ ସମସ୍ତେ ଏହା ଭଲଭାବେ ଜାଣୁ ଯେ ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ବାୟୁର ଚଳାଚଳ ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠର ତାପଜନିତ ଭିନ୍ନତା ଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ। ଗରମସ୍ଥାନ ଉପରେ ଥିବା ବାୟୁ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ (expand) ହୋଇ ହାଲୁକା ହେବା ଫଳରେ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱକୁ ଉଠିଥାଏ ଏବଂ ଥଣ୍ଡା ପବନ ସେ ସ୍ଥାନକୁ ଗତିକରେ। ଫଳରେ ପବନର ଚଳାଚଳ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ। ଏଥିପାଇଁ ବର୍ଷା ଓ ସ୍ଥାନର ଭୌଗୋଳିକ ପରିସ୍ଥିତି ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ। ଦିନବେଳେ ଭୂପୃଷ୍ଠ ସଂଲଗ୍ନ ବାୟୁ ସମୁଦ୍ରପୃଷ୍ଠ ଉପରେ

ଥିବା ବାୟୁଠାରୁ ଅଧିକ ଗରମ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ ସମୁଦ୍ର ଜଳ ଉପରେ ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣ ପଡ଼ିଲେ ଜଳ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ସମୁଦ୍ର ଉପରେ ଥିବା ବାୟୁ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଅତି ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ହୁଏ । ସେଥିପାଇଁ ସମୁଦ୍ର କୂଳରେ ବାୟୁର ଗତି ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ରାତ୍ରି ସମୟରେ ଏହାର ଠିକ୍ ଓଲଟା ହୋଇଥାଏ । ଭୂପୃଷ୍ଠର ବାୟୁ ଥଣ୍ଡା ହେବା ଫଳରେ ସମୁଦ୍ର ବକ୍ଷକୁ ଧାବମାନ ହୁଏ, ତେଣୁ ସମୁଦ୍ର କୂଳରେ ସବୁବେଳେ ପବନର ସ୍ରୋତ ଜୋର୍ ଜଣାଯାଏ ।

ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ମଧ୍ୟ ଏ ଅବସ୍ଥା ଦେଖାଯାଏ । ଉତ୍ତର ମେରୁ ଅଞ୍ଚଳରେ ପବନ ଥଣ୍ଡା ରହେ । ତେଣୁ ଯେତେବେଳେ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ବାୟୁ ଗରମ ହୋଇ ଉପରକୁ ଉଠେ ଉତ୍ତର ମେରୁ ଅଞ୍ଚଳରୁ ପବନ ଧାବିତ ହୁଏ । ମାତ୍ର ଏହି ପବନର ଦିଗ ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହା ଫଳରେ ଉତ୍ତର ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧର ଅଳ୍ପ ପ୍ରେସର୍ ବା ଚାପ ଥିବା ଅଞ୍ଚଳରେ ପବନର ଗତି ଘଣ୍ଟାର ବିପରୀତ ଦିଗରେ (counter clock-wise) ହେବା ସମୟରେ ଦକ୍ଷିଣ ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧରେ ଏହା ଘଣ୍ଟାର ପ୍ରକୃତ ଗତି ଦିଗରେ (clockwise) ହୋଇଥାଏ । ଋତୁଚକ୍ର ଅନୁସାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ସ୍ଥିତି ବଦଳି ଥାଏ । ଫଳରେ ବାୟୁର ଗତି ଏବଂ ଦିଗ ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ ।

ସେ ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି, ଯେ କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ପବନର ଆଚରଣ ପ୍ରାୟ ସମାନ ରହେ । ସାଧାରଣତଃ ପାର୍ବତ୍ୟ ଅଞ୍ଚଳ ଏବଂ ସମୁଦ୍ର ପାଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନମାନଙ୍କରେ ପବନର ଗତି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ସ୍ଥାନମାନଙ୍କ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ରହେ । ସ୍ଥାନର ଉଚ୍ଚତା ଉପରେ ମଧ୍ୟ ଏହା ନିର୍ଭର କରେ । ସ୍ଥାନ ସମୁଦ୍ର ପୃଷ୍ଠ-ସ୍ତର (Level) ଅପେକ୍ଷା ଯେତେ ଉଚ୍ଚ ହୁଏ ସେଠାରେ ସେତେ ବେଗରେ ପବନ ବହେ । ପବନର ବେଗ ମାପରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ 60 ମିଟର ଉଚ୍ଚରେ ପବନର ବେଗ 30–60% ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ, କାରଣ ପୃଥିବୀର ପୃଷ୍ଠତର ସଂଘର୍ଷ (surface drag) ଅବସ୍ଥା ଉପରେ କମିଯାଏ ।

ପବନ ଶକ୍ତି :

ଯେକୌଣସି ପଦାର୍ଥ ଗତିଶୀଳ ହେଲେ ତହିଁରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ପବନର ଗତି ଯୋଗୁଁ ଶକ୍ତି ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଯେକୌଣସି ବସ୍ତୁ ପବନର ଗତିରୋଧ କରିପାରିଲେ ଏଥିରୁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରି ଏହାକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବା ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରେ । ଗୋଟିଏ ପବନଶକ୍ତି ପରିବର୍ତ୍ତନକାରୀ ଯନ୍ତ୍ର ପବନର ବେଗ, ରୋଟର୍ ଦ୍ୱାରା ପରିବାହିତ ହେଉଥିବା ପବନ ଏବଂ ରୋଟର୍‌ର ରୂପାନ୍ତର ଦକ୍ଷତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଅବଶ୍ୟ ଏପରି କୌଣସି ଯନ୍ତ୍ର ତିଆରି ଅସମ୍ଭବ ଯାହାକି ପବନର ବେଗକୁ ପୁରାପୂରି ବନ୍ଦକରି ରୋଟର୍‌ଦ୍ୱାରା ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିପାରିବ ।

ତେଣୁ ଶତକଡ଼ା ଶହେ ସକ୍ଷମ ଏରୋଜେନରେଟର୍ (Aerogenerator) ପବନରୁ ମାତ୍ର 60% ଶକ୍ତି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତିକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରିବ। ବ୍ଲେଡ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଯଦି ଭଲଭାବେ ଡିଜାଇନ୍ କରାଯାଏ ତେବେ 70% ଶକ୍ତି ବାହାର କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ। ମାତ୍ର ଗିଅର ବାକ୍ସ, ଜେନରେଟର୍, ପମ୍ପ ଇତ୍ୟାଦିରେ ଶକ୍ତି କ୍ଷୟ ହେବାଦ୍ୱାରା ପ୍ରକୃତରେ ପବନ ଟରବାଇନ୍‌ର ଦକ୍ଷତା 35 % କୁ କମିଯାଏ।

ପବନ କଳ ବସାଇବା ପାଇଁ ସ୍ଥାନ ମନୋନୟନ କରିବା ସମୟରେ ସ୍ଥାନର ଉଚ୍ଚତା ତଥା ସେଠାରେ ପବନର ବାର୍ଷିକ ଗତି ବିଚାରକୁ ନିଆଯାଇଥାଏ। ଏହାର କାରଣ –

(କ) ପବନରୁ ମିଳୁଥିବା ଶକ୍ତି ପବନର ବେଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ଅର୍ଥାତ୍ ପବନର ବେଗ ବର୍ଗଯୁକ୍ତ ହେଲେ ଏଥିରୁ ଶକ୍ତି ଘନଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ।

(ଖ) ଟରବାଇନ୍ ରୋଟର୍‌ର ବ୍ୟାସ ଦ୍ୱିଗୁଣିତ ହେଲେ ରୋଟର୍ ଦ୍ୱାରା ପବନ ସଂଗୃହୀତ ହେଉଥିବା ସ୍ଥାନର ବର୍ଗଫଳ ଚତୁର୍ଗୁଣ ହୋଇଥାଏ, ଫଳରେ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ମିଳିଥାଏ।

ପବନର ବେଗକୁ ବିଉଫୋର୍ଟ ସ୍କେଲ୍‌ରେ (Beaufort Scale) ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଅଧିକାଂଶ ପବନଶକ୍ତି ପରିବର୍ତ୍ତନକାରୀ ଯନ୍ତ୍ର ଏହି ସ୍କେଲ୍‌ର 3 ରୁ 10 ମଧ୍ୟରେ ପରିଚାଳିତ ହୁଏ।

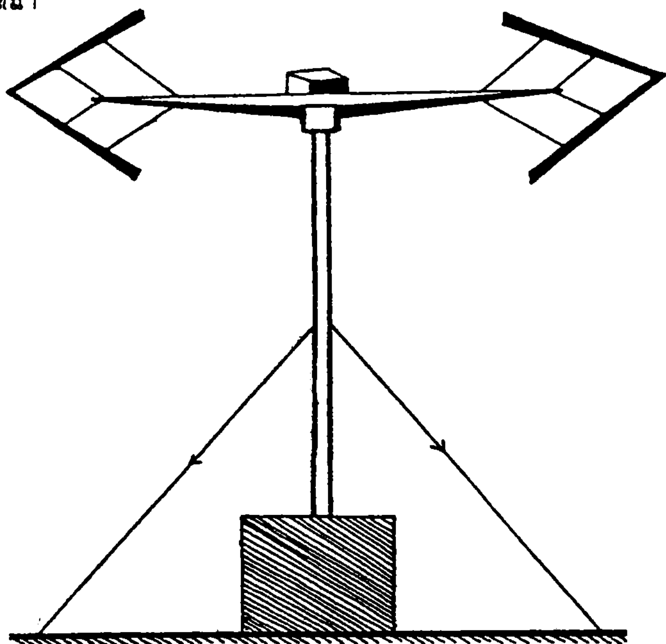
ବିଉଫୋର୍ଟ ସ୍କେଲ୍

ବିଉଫୋର୍ଟ ନମ୍ବର	ମିଟର/ ସେକେଣ୍ଡ୍	ମାଇଲ୍/ ଘଣ୍ଟା	ବିଶ୍ୱ ପାଣିପାଗ ସଂସ୍ଥାର ଟର୍ମିନୋଲଜି
0	0.0 – 0.2	1	ଶାନ୍ତ ବା ସ୍ଥିର
1	0.3 – 1.5	1 – 3	ହାଲୁକା ବାୟୁ (Light air)
2	1.6 – 3.3	4 – 7	ହାଲୁକା ପବନ (Light Breeze)
3	3.4 – 5.4	8 – 12	ଅତି ଧୀର ସମୀର (Gentle Breeze)
4	5.5 – 7.9	13 – 18	ଧୀର ସମୀର (Moderate Breeze)
5	8 – 10.7	19 – 24	ସାଧାରଣ ସମୀର (Fresh Breeze)
6	10.8 – 13.8	25 – 31	ଝଡ଼ ସମୀର (Storm Breeze)
7	13.9 – 17.1	32 – 38	ନିକଟ ବାତ୍ୟା (Near gale)
8	17.2 – 20.7	39 – 46	ବାତ୍ୟା (gale)
9	20.8 – 24.4	47 – 54	ପ୍ରବଳ ବାତ୍ୟା (Strong gale)
10	24.4 – 28.4	55 – 63	ଝଡ଼ (Storm)
11	28.5 – 32.6	64 – 72	ପ୍ରବଳ ଝଡ଼ (Violent Storm)
12-17	32.7 – 61.2	73 – 136	ଘୂର୍ଣ୍ଣିବାତ୍ୟା (Hurricane)

ପବନକଳ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ବିଶେଷ କରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ। ତେବେ ପବନରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ତିଆରି କରୁଥିବା ଶିଳ୍ପୋଦ୍ୟୋଗୀମାନେ ସବୁ ସମୟରେ ବିକଳ୍ପ (Back-up) ପଦ୍ଧତି ରଖିବା ଉଚିତ। କାରଣ କୌଣସି କାରଣରୁ ପବନର ବେଗ କମିଗଲେ କିମ୍ବା ଅତ୍ୟଧିକ ବଢ଼ିଗଲେ ପବନ କଳ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ। ସେଥିପାଇଁ ବେଟେରୀ ଷ୍ଟୋରେଜ୍ ରଖିବା ଦରକାର କିମ୍ବା ସ୍ଥାନୀୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସରବରାହ ସଂସ୍ଥା ସହିତ ସଂପର୍କ ରଖିବା ଉଚିତ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବା ଗ୍ୟାସ୍ ଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ଜେନରେଟର୍ ମଧ୍ୟ ରଖିବା ଆବଶ୍ୟକ।

ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଅକ୍ଷ ପବନ ଟରବାଇନ୍ :

ଗୋଟାଏ ପବନଚାଳିତ ଟରବାଇନ୍ ରୋଟର୍‌ରେ ଯେତେ ଇଚ୍ଛା ବ୍ଲେଡ୍ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଇପାରେ। ଏହି ବ୍ଲେଡ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ କାଠ, ଧାତବ ପଦାର୍ଥ ବା ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥକୁ ନେଇ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ। ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ଗ୍ଲାସ୍ ରେନ୍‌ଫୋର୍ସଡ଼ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଆଜିକାଲି କାର୍ବନ ଫାଇବର୍ ଦ୍ୱାରା ଏହା ନିର୍ମିତ ହେଉଛି।



ଅଧିକାଂଶ ମେସିନ୍‌ରେ ରୋଟର୍‌ଟି ଏକ ସମାନ୍ତରାଳ shaft ଉପରେ ରଖାଯାଇଥାଏ ଏବଂ ଏହା ଜେନରେଟର୍ କିମ୍ବା ପାଣି ପମ୍ପ୍‌କୁ ସଂଯୁକ୍ତ କରାଯାଇଥାଏ। ଏହି ସମସ୍ତ ସମୁଚ୍ଚୟଟି (assembly) ଭୂମିଠାରୁ ବହୁତ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ତମ୍ଭ ଉପରେ ରଖାଯାଏ। କାରଣ ଏ ଉପରେ ସଂକର୍ଷ (drag) କମ୍ ହୁଏ। ଛୋଟ ରୋଟର୍‌ମାନ ପ୍ରତି ମିନିଟ୍‌ରେ 400–500ଥର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରିପାରେ ଏବଂ ବ୍ଲେଡ୍‌ର ଅଗ୍ରଭାଗଗୁଡ଼ିକ ଏହା ଅପେକ୍ଷା 8–10ଗୁଣ ଗତିକରେ। ଅତି ବଡ଼ ରୋଟର୍‌ଗୁଡ଼ିକ କମ୍ ବେଗରେ ଘୂରୁଥିଲେ ମଧ ବ୍ଲେଡ୍‌ର ଅଗ୍ରଭାଗ ଘଣ୍ଟାକୁ 150–250 ମାଇଲ୍ ବେଗରେ ଘୂରେ।

ପବନ ଟରବାଇନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପବନର ବେଗଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ହୋଇଥାଏ। ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ପବନର ବେଗ ଅତି କମ୍‌ରେ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ୍‌ରେ 3ରୁ 5 ମିଟର ହେବା ଦରକାର। ସେହିଭଳି ପବନର ବେଗ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ୍‌କୁ 15ରୁ 30 ମିଟରରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ପବନ କଳ ବନ୍ଦହୋଇଯାଏ, ଫଳରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ। ତେବେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ପବନର ଗତି ବର୍ଦ୍ଧିତ ହେଲେ ଜେନରେଟର୍ ଅଧିକରୁ ଅଧିକତର ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବାରେ ସକ୍ଷମ ହେଇଥାଏ।

ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ପବନ ଟରବାଇନ୍ :

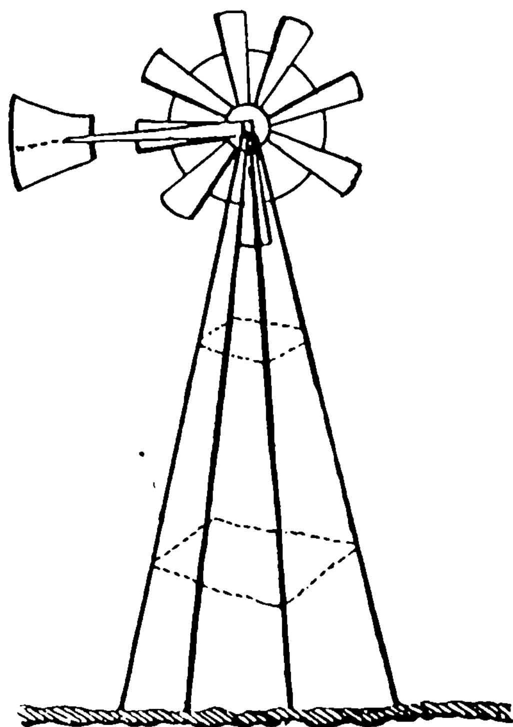
ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ପବନ କଳ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଅକ୍ଷ ପବନ କଳ ଅପେକ୍ଷା ପୁରୁଣା ଅଟେ। 644 ମସିହା ବେଳକୁ ପର୍ସିଆରେ ପବନ କଳ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବାର ଜଣାଯାଏ। ଏଗୁଡ଼ିକରେ କାଠର ବ୍ଲେଡ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିଲା। ଏଗୁଡ଼ିକର ଗୋଟାଏ ପଟ ବଡ଼ କାନ୍ଥ ଉପରେ ଆଉଜାଇ ରଖାହେଉଥିଲା ଏବଂ ବ୍ଲେଡ୍ ଥିବା ପଟଟି ଶୂନ୍ୟକୁ ମୁହଁକରି ରଖାଯାଉଥିଲା। ମାତ୍ର ଏଗୁଡ଼ିକ ସେତେ ଦକ୍ଷନଥିଲା। ଏହାପରେ ଚୀନାମାନେ ପବନକଳ ବାହାର କରିଥିଲେ ମଧ ଏହା କୌଣସି ଗୁଣରେ ଉପରୋକ୍ତ ପବନକଳଠାରୁ ଭଲ ନଥିଲା। ତେବେ କାଳକ୍ରମେ ଏହା ଅଧିକ ଉନ୍ନତି କରିଛି। ଆଜି ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ଟରବାଇନ୍ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଅକ୍ଷ ଟରବାଇନ୍ ଅପେକ୍ଷା 3ଟି ଗୁଣରେ ଅଧିକ।

(୧) ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ଟରବାଇନ୍ ପବନ ଯେକୌଣସି ଦିଗରୁ ଆସିଲେ ମଧ କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରେ କିନ୍ତୁ; ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ଅକ୍ଷ ଟରବାଇନ୍ କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରୁ ପବନକୁ ବ୍ୟବହାର କରେ।

(୨) ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଛିଡ଼ା କରାଇବା ଅତି ସହଜ। କାରଣ ଏଥିରେ ଗିଅର୍ ବକ୍ସ ବା ପମ୍ପ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଭୂମି ଉପରେ ରଖାଯାଇଥାଏ।

(୩) ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ଟରବାଇନ୍‌ରେ ରୋଟର୍‌ଟି ସର୍ବଦା ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଶକ୍ତିର

ଲୋଡ୍ (load) ଦ୍ଵାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏନାହିଁ, ତେଣୁ ଏଥିରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ଥକ୍କା ଦେଖାଯାଏନାହିଁ।



ପବନ ଟରବାଇନ୍ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଦୂଷିତ କରିବାର ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ। ତଥାପି ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବା ବ୍ଲେଡ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଅଧିକ ସମୟରେ ଜୋର୍‌ରେ ଶବ୍ଦ କରିବା ଦ୍ଵାରା ନିକଟସ୍ଥ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଦୂଷିତ ହୋଇଥାଏ। ଆମେରିକାରେ କେତେକ ପବନକଳର ବ୍ଲେଡ୍ ଏତେ ଜୋର୍‌ରେ ଘୂରେ ଯେ ଏହାଦ୍ଵାରା ପାରସ୍ଵନିକ (Ultrasonic) ଶବ୍ଦ ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ। ଏହା ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ପଶୁପକ୍ଷୀଙ୍କ ପ୍ରତି କଷ୍ଟକର ହୋଇଥାଏ। ସମୟସମୟରେ ଏହା ଟେଲିଭିଜନ୍ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମରେ ବ୍ୟାଘାତ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ। ମାତ୍ର ଏହି ବ୍ୟାଘାତ ସ୍ଥାନୀୟ ହୋଇଥାଏ। ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ପବନଶକ୍ତି ଅକ୍ଳେଶରେ ଲାଭ କରାଯାଇପାରେ। ଶିଳ୍ପୋନ୍ନତ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଏ ଦିଗରେ ସରକାର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକଳ୍ପମାନ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରିଛନ୍ତି। ଆମେରିକା, ଇଂଲଣ୍ଡ ଏବଂ ଡେନ୍‌ମାର୍କ ପ୍ରଭୃତି ଦେଶରେ ବହୁ ପବନକଳ ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି। ଭାରତବର୍ଷ ଏ ଦିଗରେ ଖୁବ୍ ପଛରେ ପଡ଼ିଯାଇଛି। ବର୍ତ୍ତମାନ ଭାରତର ସମୁଦ୍ରକୂଳ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କେତେକ ସ୍ଥାନରେ ପବନକଳ ବସାଇ ସେଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବାର ଚିନ୍ତା କରାଯାଉଛି।

—

ଚତୁର୍ଥ ଅଧ୍ୟାୟ

ଭୂତାପ ଶକ୍ତି

ପୃଥିବୀ ତରଳ ପଥରର ଏକ ପେଣ୍ଡୁ ସଦୃଶ ଯାହା ଭିତରେ ତରଳ ଗରମ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ବାହାରେ ପତଳା ଆସ୍ତରଣ ରହିଛି। ବାହାରର ଏହି ପତଳା ଆସ୍ତରଣଟି ମାତ୍ର 30 କି:ମି: ମୋଟା। ଏହାର ବାହାର ପୃଷ୍ଠତଳ ଥଣ୍ଡା ମାତ୍ର ଭିତରକୁ ତାପମାନ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ। ବିଶେଷକରି ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳମାନଙ୍କରେ ଭୂକମ୍ପ ହେବାର ଆଶଙ୍କା ରହିଛି ସେଠାରେ ତାପମାତ୍ରା ଅତିଶୀଘ୍ର ବଢ଼ିଥାଏ। ପ୍ରାୟ ପ୍ରତି 1000 ମିଟର ଭିତରକୁ ଗଲେ ତାପମାତ୍ରା ୫0° C ବଢ଼େ। କିନ୍ତୁ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ସାଧାରଣ ସ୍ଥାନମାନଙ୍କରେ ଏହା ପ୍ରାୟ 25° ରୁ 35° C ମଧ୍ୟରେ ବଢ଼େ।

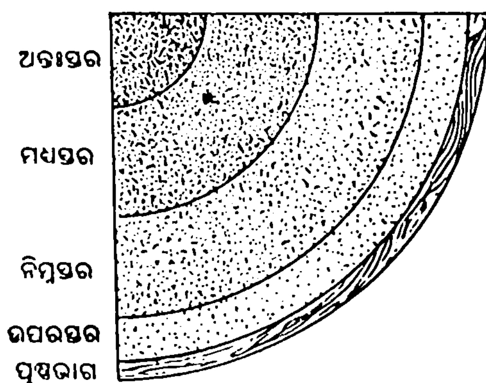
ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣ ଭୂତାପଶକ୍ତିର ଏକ ଉତ୍ସ। ଏଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ମାଟିର ଭଗ୍ନସ୍ତର ମଧ୍ୟଦେଇ ବାହାରକୁ ଆସିଥାଏ। ପୃଥିବୀର ଯେଉଁ 17 ଟି ଦେଶ ଭୂତାପ ଶକ୍ତି ବିନିଯୋଗ କରନ୍ତି ତାହା ଏହି ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣମାନଙ୍କରୁ ହିଁ ମିଳିଥାଏ।

ସାରଣି

ଦେଶର ନାମ	ଉତ୍ପାଦିତ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି (Mwe)	ନିମ୍ନ ତାପମାନ ଉତାପଗ ସିଧାସଳଖ ବ୍ୟବହାର (15°c ଉପରେ Mwth)
ଅଷ୍ଟ୍ରିଆ	—	2
ଚୀନ୍	—	144
ଚେକୋସ୍ଲୋଭାକିଆ	—	35
ଏଲ୍ ସାଲଭାଡ଼ର୍	95	—
ଫ୍ରାନ୍ସ	—	56
ହଙ୍ଗେରୀ	—	619
ଆଇସ୍‌ଲ୍ୟାଣ୍ଡ	32	932

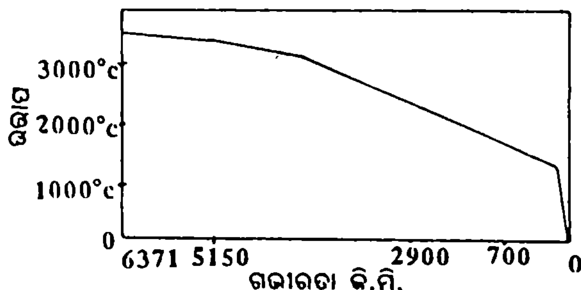
ଇଣ୍ଡୋନେସିଆ	0.25	—
ଇଟାଲୀ	440	73
ଜାପାନ୍	168	81
ମେକ୍ସିକୋ	150	—
ନିଉଜିଲାଣ୍ଡ	202	—
ଫିଲିପାଇନସ୍	446	—
ରୋମାନିଆ	—	36
ତୁର୍କୀ	0.5	—
ଆମେରିକା	923	111
ପୂର୍ବତନ ରୁଷିଆ	5	555

ଫ୍ରାନ୍ସ, ଜାପାନ, ହଙ୍ଗେରୀ ଏବଂ ନିଉଜିଲାଣ୍ଡରେ ପ୍ରାୟ 100,000 ଘର ଏବଂ ଅଫିସ୍‌ମାନ ଉଷୁମ ରଖିବା ପାଇଁ ଭୂତାପ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ। କେବଳ ଆଇସ୍‌ଲାଣ୍ଡରେ ଜନସଂଖ୍ୟାର ଦୁଇ-ତୃତୀୟାଂଶ (ପ୍ରାୟ 150,000) ଲୋକ ଭୂତାପ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି। 1980 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା 11ଟି ଦେଶରେ ପ୍ରାୟ 2500 MW ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବାର କ୍ଷମତା ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇପାରିଛି ଏବଂ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷବେଳକୁ ଏହା ସାତଗୁଣ ବୃଦ୍ଧି ପାଇବ ବୋଲି ଆଶାକରାଯାଏ।



ଭୂତାପ ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇପ୍ରକାର ଉପାୟରେ ବାହାର କରାଯାଇଥାଏ। ପ୍ରଥମ ଉପାୟରେ ମାଟିତଳେ ଥିବା ସ୍ତରରେ ଛିଦ୍ର ଥିବା ହେତୁ ସେଠାରେ ଗରମ ପାଣି ରହିଥାଏ ଏବଂ ସାଧାରଣ ଭାବେ ଖୋଳି ଏହି ଗରମ ଜଳ ବାହାର କରାଯାଇ ସେଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଏ। ଏହା ଫ୍ରାନ୍ସ ଏବଂ ହଙ୍ଗେରୀରେ ବିଶେଷ

ଭାବେ ପ୍ରଚଳିତ। ଦ୍ୱିତୀୟ ଉପାୟଟି ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ଗବେଷଣା ସ୍ତରରେ ରହିଛି। ଏହି ଉପାୟରେ ଅଛିଦ୍ର ପଥର ସ୍ତରରୁ ମଧ୍ୟ ଉତ୍ତାପ ନିଷ୍କାସନ କରିହେବ। ଏଥିରେ, ମାଟିତଳେ ଏହି ଗରମ ଅଛିଦ୍ର ସ୍ତରକୁ ଫୁଟାଇ ସେହି ଫାଟଦ୍ୱାରା ପାଣି ପମ୍ପ କରି ଅଣାଯାଇପାରେ। ଏହା ମାଟିତଳେ ବହୁତ ଗଭୀରରେ କରିବାକୁ ହୁଏ। ସାଧାରଣତଃ ଏତେ ଗଭୀରରେ ତାପମାତ୍ରା 200°C କିମ୍ବା ତା'ଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ଉପାୟ ଫଳରେ ପୃଥିବୀର ଯେକୌଣସି ସ୍ଥାନରୁ ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣ ବାହାର କରିହେବ।



କଡ଼ାକଡ଼ି ଭାବେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ସୌରଶକ୍ତି, ପବନଶକ୍ତି କିମ୍ବା ଜଳଶକ୍ତି ଭଳି ଭୂତାପ ଶକ୍ତି ଅକ୍ଷୟ ନୁହେଁ, କାରଣ କୌଣସି ଭୂତାପ କୂପରୁ ତାପ ଆହରଣ କରିଚାଲିଲେ ସେଠାରେ ମାଟିତଳର ଉତ୍ତାପ କମିଚାଲେ ଏବଂ କିଛି ବର୍ଷ ପରେ (ପ୍ରାୟ 30 – 40 ବର୍ଷ) ମାଟି ତଳର ତାପମାତ୍ରା ଏତେ କମିଯାଏ ଯେ ସେଥିରୁ ଉତ୍ତାପ ସଂଗ୍ରହ କରିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏନାହିଁ। ପୁଣି ଏହି ସ୍ଥାନ ବର୍ଷବର୍ଷ ଧରି ଛାଡ଼ିଦେଲେ ପୃଥିବୀର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ତରରୁ ଉତ୍ତାପ ଏହି ସ୍ତରକୁ ପ୍ରବେଶ କରେ। ମାତ୍ର ଏହା ଏତେ ଧୀର ମନ୍ଥର ଯେ ସ୍ତରଟି ପୁନଶ୍ଚ ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିବାକୁ ଶହ ଶହ ବର୍ଷ ଚାଲିଯାଏ। ମାତ୍ର ସୌରଶକ୍ତି ବା ପବନଶକ୍ତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ଅତି ଶୀଘ୍ର ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଥାଏ।

ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣ :

ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣମାନ ସାଧାରଣତଃ ସେଡ଼ିମେଣ୍ଟାରୀ ବେସିନ୍‌ରେ ଦେଖାଯାଏ। ଏହି ବେସିନ୍‌ରେ ଜଳ ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଦୁଇ କିଲୋମିଟର ସଛିଦ୍ର ମାଟି ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଯାଇପାରେ। ଏତିକି ଗଭୀରତା ମଧ୍ୟରେ ପାଣି 60ରୁ 100°C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗରମ ହୋଇଯାଇପାରେ, ତେଣୁ ଖୋଳିଲେ ଗରମ ପାଣି ନିର୍ଗତ ହୁଏ। ତେବେ ସମସ୍ତ ଜଳ ଧରିରଖିଥିବା ସ୍ତରରେ ଏହା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ। ସେଥିପାଇଁ ଖୁବ୍ କମ୍ ସ୍ଥାନରେ ଏହା ଦେଖାଯାଏ। ଭୂପୃଷ୍ଠରୁ ବାହାରୁଥିବା ଜଳରେ ସାଧାରଣତଃ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର

ଲବଣ ଜାତୀୟ ପଦାର୍ଥ ଥାଏ । ଯଥା – ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍, ସୋଡ଼ିୟମ୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଏବଂ କେଲ୍‌ସିୟମ୍ କାର୍ବୋନେଟ୍ ଇତ୍ୟାଦି । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଏଥିରେ ଜିଂକ୍ (Zinc), କୋବାଲ୍ଟ (Cobalt), ବୋରନ୍ (Boron), ଲିଥିୟମ୍ (Lithium) ଏବଂ ପଟାସିୟମ୍ (Potassium) ଇତ୍ୟାଦିର ଖଣିଜ ପଦାର୍ଥ ରହିଥାଏ । ପ୍ରକୃତରେ ଇଟାଲୀର ଲାରଡ଼େରେଲୋଠାରେ ଥିବା ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣରୁ ପ୍ରଥମେ ଏସବୁ ଖଣିଜ ପଦାର୍ଥ ବାହାର କରାଯାଇଥିଲା । ମାତ୍ର ପରେ ଏହି ଉତ୍ତାପକୁ ଉପଯୋଗ କରି ବିଦ୍ୟୁତଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇ ପାରିଲା ।

ଭାରତରେ ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ପ୍ରାୟ 250ରୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ସ୍ଥାନ ଏଥିପାଇଁ ସ୍ଥିରକରାଯାଇଛି । ଓଡ଼ିଶାର ଅତ୍ରି ଏବଂ ତପ୍ତପାଣିରେ ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣ ଅଛି । ଭାରତରେ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ତିନୋଟି ଜୋନ୍‌ରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇଛି ।

(କ) ଉତ୍ତର ପଶ୍ଚିମ ହିମାଳୟ ଅଞ୍ଚଳ ।
(ଖ) ପଶ୍ଚିମ ମହାରାଷ୍ଟ୍ର / ଗୁଜୁରାଟ୍ ଅଞ୍ଚଳ ।
(ଗ) ନର୍ମଦା-ସୋନ ଏବଂ ଦାମୋଦର ଉପତ୍ୟକା ଅଞ୍ଚଳ ।

ମଣିକରନ୍‌ର ପ୍ରସ୍ରବଣରେ ଜଳର ଉତ୍ତାପ 95°C ହୋଇଥାଏ । ଲାଦାଖ୍‌ର ପୁଗା ଉପତ୍ୟକାରେ ଉଚ୍ଚତାପଯୁକ୍ତ ପ୍ରସ୍ରବଣ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ଏଠାରେ ଭାରତୀୟ ଭୂତାତ୍ତ୍ୱିକ ସର୍ବେକ୍ଷଣ ସଂସ୍ଥା (Geological Survey of India) ତରଫରୁ 5 ମେଗାୱାଟ୍‌ର ଏକ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ବସାଯାଇଛି । ସେହିପରି ତୁମାଟାଙ୍ଗଠାରେ ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣରୁ 1 କିଲୋୱାଟ୍ ଜେନରେଟର୍ ବସାଯାଇଛି । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ମିଳିତ ରାଷ୍ଟ୍ରସଂଘ ସହାୟତାରେ ହିମାଚଳ ପ୍ରଦେଶ ଏବଂ ପଶ୍ଚିମ ସମୁଦ୍ର ଅଞ୍ଚଳରେ ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣର ସର୍ଭେ କରାଯାଉଛି । ଭୂତାତ୍ତ୍ୱିକ ସର୍ବେକ୍ଷଣ ସଂସ୍ଥା, ଲକ୍ଷ୍ନୌ ଏବଂ ଜାତୀୟ ବୈମାନିକ ଗବେଷଣାଗାର (National Aeronautical Laboratory – (NAL) ତରଫରୁ ମଣିକରନ୍ (ହିମାଚଳ ପ୍ରଦେଶ) ଠାରେ 5 ମେଗାୱାଟ୍‌ର ଏକ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରାଯାଇଛି ।

ସାରଣି

ପୃଥିବୀର ଭୂତାପ ଶକ୍ତି – ବର୍ତ୍ତମାନ ଏବଂ ଭବିଷ୍ୟତ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କ୍ଷମତା

	ଉତ୍ପାଦନ କ୍ଷମତା ମେଗାୱାଟ୍ (Mw)		
ଦେଶର ନାମ	1982	1986	1990
ଏକ୍ୱୋଡର୍	3	?	?
ଚିଲି	—	—	30
ଚୀନ୍	4	7	10
ଏଲ୍ ସାଲଭାଡ଼ର୍	95	95	150

ଇଥିଓପିଆ	—	—	5
ଗ୍ରୀସ୍	—	3	10
ଗୁଆଟେମାଲା	—	—	15
ଆଇସ୍‌ଲ୍ୟାଣ୍ଡ	41	71	71
ଭାରତବର୍ଷ	—	—	5
ଇଣ୍ଡୋନେସିଆ	·30	60	92
ଇଟାଲୀ	440	500	700
ଜାପାନ୍	215	400	1400
କେନିଆ	30	30	30
ମେକ୍‌ସିକୋ	180	580	1200
ନିଉଜିଲାଣ୍ଡ୍	202	252	302
ନିକାରାଗୁଆ	—	35	180
ଫିଲିପାଇନ୍‌ସ	570	1100	1300
ତୁର୍କୀ	0.5	0.5	?
ଆମେରିକା	936	1800	4370
ପୂର୍ବତନ ସୋଭିଏତ୍ ରୁଷ	11	61	71
ୱେଷ୍ଟଇଣ୍ଡିଜ୍	—	5	5
ସର୍ବମୋଟ	2757.5	5005	10,000 Mw

ଉତପ୍ତ ଶୁଷ୍କ ପଥର :

1970 ମସିହା ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଆମେରିକାର ଭୂମିତଳେ ଥିବା ଉତପ୍ତ ଶୁଷ୍କ ପ୍ରସ୍ତର ସ୍ତର ଉପରେ ଗବେଷଣା ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲା। ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ମିଳିଥିବା ଗବେଷଣା ଫଳାଫଳରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀରେ ଭୂତାପକୁ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇ ପାରିବ। ଏହି ପ୍ରଣାଳୀରେ ଦୁଇଟି ଗର୍ତ୍ତ ଖୋଳାଯାଇସାରିଛି। ତାହାର ଗଭୀରତା 4500 ମିଟର ଏବଂ ଏହି ଗଭୀର ସ୍ତରର ତାପମାତ୍ରା 300°c। ଏହି ଉପାୟ ବଳରେ ଗଭୀର ଭୂମିତଳେ ଥିବା ଉତପ୍ତ ପ୍ରସ୍ତର ସ୍ତରକୁ ଫଟାଇ ଦିଆଯାଏ ଯାହା ଫଳରେ କି ଉତ୍ତାପ ସ୍ତରର ପୃଷ୍ଠ ଉପରକୁ ଆସିପାରେ। ଏହି ସ୍ତର ଉପରେ ଜଳ ପ୍ରବାହିତ କଲେ ଜଳ ଉତପ୍ତ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ଉତପ୍ତ ଜଳକୁ ଭୂପୃଷ୍ଠକୁ ଆଣି ସେଥିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ବାହାର କରାଯାଇପାରେ। ତେବେ ଗଭୀର ଭୂମିତଳେ ଉତ୍ତାପ ସ୍ତରରେ ଫାଟ କରିବା ପାଇଁ ଜଳକୁ ଉଚ୍ଚଚାପରେ (300 Atmosphere) ଭୂମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରେରଣ

କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ଉଚ୍ଚ ଚାପଦ୍ୱାରା ସ୍ତରରେ ଫାଟ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ସେହି ପାଣି ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ବାହାରକୁ ଆସେ । ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଗବେଷଣା ଜାପାନ୍, ଇଂଲଣ୍ଡ ପ୍ରଭୃତି ଦେଶରେ ହେଉଛି ।

ଆର୍ଦ୍ର ଜଳୀୟବାଷ୍ପ କ୍ଷେତ୍ର :

ପୃଥିବୀର ଅନେକ ସ୍ଥାନରେ ଆର୍ଦ୍ର ଜଳୀୟବାଷ୍ପ କ୍ଷେତ୍ର ଦେଖାଯାଏ । ଏଥିରେ କ୍ଷେତ୍ରଟି ଗରମ ଜଳରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଯେତେବେଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଖୋଲାହୋଇ ଚାପ ଦିଆନହୋଇଛି ସେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବାଷ୍ପ ହୁଏନାହିଁ । ସାଧାରଣତଃ ଏହି ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 180°cରୁ 370°c ମଧ୍ୟରେ ଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଏହା ଭୂମି ଉପରକୁ ଆସେ ସେଥିରୁ 10ରୁ20% ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ପାୱାର୍ ଜେନରେଟର୍‌ରେ ବ୍ୟବହାର ହୋଇପାରେ ଏବଂ ଗରମଜଳ ଶୀତପ୍ରଧାନ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଗୃହ, ଅଫିସ ଇତ୍ୟାଦି ଗରମ ରଖିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ନିଉଜିଲାଣ୍ଡ, ଚିଲି, ଜାପାନ୍, ସୋଭିଏତ୍ ରୁଷ୍ ଏବଂ ହଙ୍ଗେରୀରେ ଏହା ଦେଖାଯାଏ । ଜାପାନ୍‌ରେ ଏହା ମାଛଚାଷ କରିବାଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ରାନ୍ଧିବା, ଗାଧୋଇବା ଇତ୍ୟାଦି କାର୍ଯ୍ୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହି ଗରମ ଜଳକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ବାୟୁତାପନିୟନ୍ତ୍ରଣ (airconditioning) ମଧ୍ୟ କରାଯାଇପାରେ । ସୋଭିଏତ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏପରି ଏକ ପ୍ରଣାଳୀ ବାହାରକରି ନିଉଜିଲାଣ୍ଡର ଏକ ହୋଟେଲ୍‌ରେ ଲଗାଇଛନ୍ତି ।

ନିମ୍ନତାପମାନ ଥିବା ଭୂତାପ କ୍ଷେତ୍ର ଏବେ ଦୃଷ୍ଟିକୁ ଆସିଛି । ଏଗୁଡ଼ିକରେ ଜଳର ତାପମାତ୍ରା 50°cରୁ 82°c ମଧ୍ୟରେ ରହେ । ଏଭଳି ଏକ କ୍ଷେତ୍ର ହଙ୍ଗେରୀରେ ମିଳିଛି । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରୁ ମିଳୁଥିବା ଗରମଜଳଦ୍ୱାରା ଗୃହ, ସବୁଜଗୃହ ଏବଂ ଶିଳ୍ପ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିବା କାରଖାନାକୁ ଗରମ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖାଯାଇପାରେ । 1970 ମସିହାରେ ଏହି ନିମ୍ନତାପଥିବା ଜଳ ବ୍ୟବହାର କରି ସୋଭିଏତ୍ ରୁଷରେ 150 ଲକ୍ଷ ଟନ୍ ଜାଳେଣି ବଞ୍ଚାଯାଇପାରିଛି ।

—

ପଞ୍ଚମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଜୈବିକ ଦ୍ରବ୍ୟ ବା ବାଇଓମାସ୍ ଶକ୍ତି

ବାଇଓମାସ୍ କହିଲେ ସାଧାରଣତଃ ଜୈବିକବସ୍ତୁ— ଯଥା ବୃକ୍ଷଲତା ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ଅଳିଆ ଆବର୍ଜନାକୁ ବୁଝାଇଥାଏ। ପୃଥିବୀରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଖାଲି ବୃକ୍ଷଲତା ଭଳି ବାଇଓମାସ୍ କଥା ବିଚାରକଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଏହା ପୃଥିବୀରେ ଥିବା ଫସିଲ୍ ଇନ୍ଧନ— ଯଥା କୋଇଲା, ତେଲ ଇତ୍ୟାଦି ସହ ସମାନ। ନୂତନ ବୃକ୍ଷଲତା ଯେତେ ପରିମାଣରେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଅନ୍ତି ତାହାର ଏକ-ଷଷ୍ଠାଂଶ ଫସିଲ୍ ଇନ୍ଧନରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୋଇଥାଏ। ସେଥିରୁ ପୃଥିବୀ ଉପରେ ଦୁଇ-ତୃତୀୟାଂଶ ସୃଷ୍ଟିହୁଏ ଏବଂ ବାକୀ ଏକ-ତୃତୀୟାଂଶ ସମୁଦ୍ରରେ ସୃଷ୍ଟିହୋଇଥାଏ। ଏହା ଯଦି ସତ୍ୟ ତା'ହେଲେ ଏଇ ପୃଥିବୀ ଅଳ୍ପଦିନ ମଧ୍ୟରେ ସବୁଜ ବନରେ ଆଚ୍ଛାଦିତ ହୋଇପଡ଼ନ୍ତା। ମାତ୍ର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଜୈବିକ ବସ୍ତୁ କିଛିଦିନ ପରେ କ୍ଷୟପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ, ଏପରିକି ମଣିଷ ମୃତ୍ୟୁମୁଖରେ ପତିତ ହୋଇ ଜୈବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପ୍ରାପ୍ତହୁଏ।

ପୂର୍ବରୁ ଜୈବିକ ବସ୍ତୁର ଗୁରୁତ୍ୱ ଉପଲବ୍ଧି କରାଯାଇନଥିଲା। ମାତ୍ର ଶକ୍ତି ସଂକଟ ପରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଶିଳ୍ପୋନ୍ନତ ଦେଶ ଏଥିରେ କ୍ରାସ୍‌ପ୍ରୋଗ୍ରାମ୍‌ମାନ କରି ତହିଁରୁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିବା ଆରମ୍ଭ କରିଛନ୍ତି। ଆଜି ଆଲୋକହଲ୍, ମିଥେନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ବାୟବୀୟ ଜାଳେଣି ହିସାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି। ତୃତୀୟ ପୃଥିବୀ (Third World) ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଗୋବର ଏବଂ କୃଷି ଆବର୍ଜନାରୁ ମିଥେନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାରକରାଯାଇ ଜାଳେଣି ହିସାବରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରୁଛି। 1978 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଭାରତରେ 75,000 ଛୋଟ ଜୈବିକ ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ଥିଲା। 1988 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଗୋବର ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟର ସଂଖ୍ୟା 7 ଲକ୍ଷ 40 ହଜାର। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପାଇଁ ଶୀଘ୍ର ବଢ଼ିପାରୁଥିବା ବୃକ୍ଷ ମଧ୍ୟ ରୋପଣ କରାଯାଉଛି। ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ବୃକ୍ଷରୋପଣ କରି ସେଥିରୁ ଶକ୍ତି ସଂଗ୍ରହ ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଛି। ଆଖୁଗଛ ତଥା ମକାଗଛ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ଇଥାନଲ୍ (ethanol) ତିଆରି ହେଉଛି। ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମେରିକା ଏବଂ ବ୍ରାଜିଲ୍ ବହୁତ ଆଗେଇ ଗଲେଣି। ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଦେଶମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଆର୍ଜେଣ୍ଟିନା,

କାନାଡ଼ା, **ଫ୍ରାନ୍ସ, ଫିନ୍**ଲାଣ୍ଡ, ଆୟର୍ଲାଣ୍ଡ, ନିଉଜିଲାଣ୍ଡ, ସ୍ୱିଡ଼େନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଜୈବିକ ଜାଳେଣି ତିଆରିକରି ପାରମ୍ପରିକ ଶକ୍ତି (ତେଲ) ଉପରୁ ଚାପ କମାଇବାକୁ ଇଚ୍ଛା କରୁଛନ୍ତି। ଭାରତବର୍ଷ ମଧ୍ୟ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପଛରେ ପଡ଼ିନାହିଁ। ଭାରତବର୍ଷର ଦୁଇ-ତୃତୀୟାଂଶ ଲୋକ ଗ୍ରାମରେ ବାସକରନ୍ତି ଏବଂ ଏମାନେ ନଡ଼ା, ଗୋବର, ଘସି ଏବଂ କାଠ ଜାଳେଣି ହିସାବରେ ବ୍ୟବହାର କରିଥାନ୍ତି। ଜ୍ୱଳନ ଫଳରେ ଏଗୁଡ଼ିକ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଏ। ମାତ୍ର ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଠିକ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରିପାରିଲେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଅନ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରେ। ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଗୋବରଗ୍ୟାସ୍‌ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ଦ୍ୱାରା ରନ୍ଧନ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାରେ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଗୋବର ଜମିରେ ସାର ହିସାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ। ସେହିପରି ଗାଁମାନଙ୍କରେ ଯେଉଁସବୁ ଚୁଲୀ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ସେଗୁଡ଼ିକରେ ବହୁତ କାଠ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ। ମାତ୍ର ବର୍ତ୍ତମାନ ଏପରି କାଠଜାଳିବା ଷ୍ଟୋଭ୍‌ମାନ ବାହାରିଲାଣି ଯାହା ଫଳରେ ସେଥିରେ ଅଳ୍ପ କାଠ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ।

ସଭ୍ୟତାର ଅଗ୍ରଗତି ହେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ କାଠର ଆବଶ୍ୟକତା ବହୁତ ବଢ଼ିଯାଇଛି। ଫଳରେ ବଡ଼ ବଡ଼ ଜଙ୍ଗଲ ସବୁ ନଷ୍ଟ ହୋଇଗଲାଣି। ସେଥିପାଇଁ ସରକାର ନୂତନ ଜଙ୍ଗଲମାନ ବୃକ୍ଷରୋପଣଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି କରୁଛନ୍ତି। କାରଣ କାଠର ଆବଶ୍ୟକତା ବଢ଼ିଗଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପରିମାଣ ବଢ଼ିଯିବ। ଫଳରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ତାପମାନ ବୃଦ୍ଧିପାଇବାର ଆଶଙ୍କା ଅଛି। ଏହା ଫଳରେ ଋତୁଚକ୍ରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସିପାରେ। ବିଗତ ଶତାବ୍ଦୀରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପରିମାଣ 15% ରୁ 25% କୁ ବୃଦ୍ଧିପାଇଛି। 1900 ମସିହାରେ ଏହା 290 ପି.ପି.ଏମ୍. (parts per million) ଥିବାବେଳେ ଆଜି ଏହା 335 ପି.ପି.ଏମ୍. ହୋଇଛି ଏବଂ ପ୍ରତିବର୍ଷ ଏହା 1 କିମ୍ବା 2 ପି.ପି.ଏମ୍. ହିସାବରେ ବଢ଼ିଚାଲିଛି। ତେଣୁ ଯଦି ନୂତନ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଜୈବିକବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ଶକ୍ତି ପାଇଁ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେବା ଜୈବିକଶକ୍ତି କମ୍ ରଖାଯାଏ ତା'ହେଲେ ପାରିପାର୍ଶ୍ୱିକ ଅବସ୍ଥା ଖରାପ ହେବନାହିଁ ଏବଂ ଶକ୍ତିର ପୂରା ବିନିଯୋଗ ହୋଇପାରିବ। ସେଥିପାଇଁ ଅଳିଆ ଆବର୍ଜନାରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଛି।

ପ୍ରକୃତରେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଜଣେ ଭାରତୀୟ ପ୍ରତିଦିନ 3 କିଲୋ ଅଳିଆ ଫିଙ୍ଗିଥାଏ। ତା' ତୁଳନାରେ ଜଣେ ଆମେରିକାବାସୀ ଦିନକୁ 30 କିଲୋ ଅଳିଆ ଫିଙ୍ଗେ। ମଳ, ମୂତ୍ର, କୁଟା, କାଠି, କାଗଜ, ଚିରାଲୁଗା, ଅଖା ଏବଂ ଗୋବର ଇତ୍ୟାଦିରୁ ଜୈବିକ ସାର ଓ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାର କରାଯାଇପାରିବ। ସାଧାରଣତଃ ଭାରତର କଳକାରଖାନାମାନଙ୍କରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଆବର୍ଜନା ନଦୀରେ ଛଡ଼ାଯାଇଥାଏ। ଫଳରେ ନଦୀ ପାଣି ଦୂଷିତ ହୋଇପଡ଼େ। ଏଆବର୍ଜନାର ସଦ୍‌ବ୍ୟବହାର ହୋଇପାରିଲେ ଏଥିରୁ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ମିଳିପାରିବ।

ବାଇଓଫୁଏଲ୍ ବା ଜୈବିକ ଇନ୍ଧନ :

ଶୁଷ୍କ ବାଇଓମାସ୍ – ଯଥା କାଠ ବା ନଡ଼ାରେ ନିହିତ ଥିବା ଶକ୍ତି ଅଚ୍ଚ ଅଳ୍ପ ପରିଶ୍ରମରେ ବାହାରିଥାଏ। ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସିଧା ପୋଡ଼ିଦେଲେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ଵାରା ତରଳ ପଦାର୍ଥ ବା ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାେ ଆଣି ସେଥିରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ। ଓଦା ଜୈବିକ ବସ୍ତୁରେ ବହୁ ଜଳୀୟକଣା ଥାଏ। ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଶୁଷ୍କକରି ସେଥିରୁ ଶକ୍ତି ବାହାର କରିବାେ ହେଲେ ପ୍ରକୃତ ବ୍ୟବହାରକାରୀ ଶକ୍ତିର ମାନ କମିଯାଏ। ସେଥିପାଇଁ ଏଗୁଡ଼ି ପାଚନ (ଡାଇଜେସନ୍) ବା ଫର୍ମେଣ୍ଟେସନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଆର୍ଦ୍ର ପ୍ରଣାଳୀ ଦ୍ଵାରା ପରିବର୍ତ୍ତ କରାଯାଇ ଶକ୍ତି ବାହାର କାରାଯାଏ। ଜୈବିକ ବସ୍ତୁରୁ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ଜାଳେ ବ୍ୟବହାର କରିବାପାଇଁ ସହଜ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ଜୈବିକବସ୍ତୁର ଜଳୀୟଅଂଶ ପରିବର୍ତ୍ତ ହେବାଦ୍ଵାର ଜାଳେଣିର ମାନ ଠିକ୍ ରଖିବା କଷ୍ଟକର ହୋଇଥାଏ। ସେଥିପାଇଁ ବିଶୁଦ୍ଧି ଜୈବିକ ଜାଳେଣିର ମାନ ଉନ୍ନତ ରହେ। ଏହାର କେଲୋରୀମାନ ଅଧିକ ରେ ଏବଂ ଅଧିକ ଦିନ ଖରାପ ନହୋଇ ରହିପାରେ। କିନ୍ତୁ ବିଶୁଦ୍ଧିତ ହୋଇନଥିେ ଜୈବିକ ଇନ୍ଧନ ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ଜଳୀୟ ଅଂଶ ଗ୍ରହଣ କରି ଖରାପ ହୋଇଯାଏ।

ସାରଣି

ବିଭିନ୍ନ ଇନ୍ଧନର ତାପମାନ ମୂଲ୍ୟ (କେଲୋରୀମାନ)

	ଫୁଏଲ୍	ତାପମାନ ମୂଲ୍ୟ	ୟୁନିଟ୍
ଗ୍ୟାସ୍	ଉଦ୍‌ଜାନ	12	MJ/m^3
	ଫୁଏଲ ଗ୍ୟାସ୍	5 – 20	MJ/m^3
	ବାଇଓ ଗ୍ୟାସ୍	20 – 25	MJ/m^3
	ମିଥେନ୍	38	MJ/m^3
ତରଳ ପଦାର୍ଥ	ମିଥାନଲ୍	21	GJ / te
	ଇଥାନଲ୍	27	GJ / te
	କ୍ରୁଡ୍ ତେଲ	44	GJ / te
କଠିନ ପଦାର୍ଥ	ଅଳିଆ (ରିଫ୍ୟୁଜ୍)	9	GJ / te
	ନଡ଼ା	16	GJ / te
	କାଠ	12 – 20	GJ / te
	କାଠକୋଇଲା	20	GJ / te
	କୋଇଲା	22 – 32	GJ / te

କଠିନ ପଦାର୍ଥ :

କଠିନ ଜୈବିକ ଇନ୍ଧନ ମଧ୍ୟରେ କାଠ, ନଡ଼ା ଏବଂ ଅଳିଆ ଆବର୍ଜନା (ରିଫ୍ୟୁଜ୍) ପରିଗଣିତ। ଏଗୁଡ଼ିକ ଜାଳେଣି ହିସାବରେ ଏସିଆ, ୟୁରୋପ, ଉ: ଆମେରିକା ଓ ଦକ୍ଷିଣ ଆଫ୍ରିକାରେ ବିଶେଷ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଗୃହଜାଳେଣି ଭାବେ କାଠ ଓ ନଡ଼ା ଭାରତବର୍ଷରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଏହା ବ୍ୟତୀତ ଘରମାନଙ୍କରେ ଆସବାବ୍‌ପତ୍ର ସବୁ କାଠରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ। ଯଦିବା ଏହା ଆୟତନ ଘନଫଳ ଅନୁସାରେ ବେଶୀ ହୋଇଥାଏ ତଥାପି ଏଥିରେ ପାଉଁଶ ଏବଂ ସଲଫରର ମାତ୍ରା କମ୍‌ଥାଏ ଏବଂ ସୁବିଧାରେ ଜଳିଥାଏ। ଭାରତବର୍ଷରେ ଜଙ୍ଗଲ ସଂରକ୍ଷଣ ସହିତ ଉନ୍ନତ କାଠଚୂଲୀମାନ ତିଆରି ହେଉଛି। ଭାରତସରକାରଙ୍କ ଅଣପାରମ୍ପରିକ ଶକ୍ତି ସଂସ୍ଥା ବିଭିନ୍ନ ଉନ୍ନତ ଧରଣର କାଠଚୂଲୀମାନ ତିଆରିକରି ସର୍ବସାଧାରଣଙ୍କୁ କମ୍‌ଦାମ୍‌ରେ ଯୋଗାଇ ଦେଉଛନ୍ତି। ଓଡ଼ିଶାରେ OREDA ମାଧ୍ୟମରେ 'ପ୍ରିୟଙ୍କା' କାଠଷ୍ଟୋଭ୍ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଛି। ଭୁବନେଶ୍ୱରସ୍ଥିତ ଆଞ୍ଚଳିକ ଗବେଷଣାଗାରରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏଭଳି ଏକ କାଠଚୁଲୀ ବାହାର କରିଛନ୍ତି ଯହିଁରେ ପାରମ୍ପରିକ ଚୁଲୀ ଅପେକ୍ଷା 40% ଶକ୍ତି କମ୍ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ। ଏହାର ନାମ 'ହର୍ଷ'। ଏହା ଭାରତସରକାରଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବେଶ୍ ଆଦୃତ ହୋଇଛି। ସ୍ୱିଡ଼େନ୍ ପ୍ରଭୃତି ଦେଶରେ ଏଭଳି ଉନ୍ନତ ଷ୍ଟୋଭ୍‌ମାନ ବେଶ୍ ବିକ୍ରୀ ହେଉଛି। ଏହା ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତିର ସଦୁପଯୋଗ କରିପାରିଛି।

ନଡ଼ା ବା କୁଟା ଦ୍ୱାରା ଜଳାଯାଉଥିବା ଷ୍ଟୋଭ୍ ଏବଂ ବୃହତ୍ ଚୁଲା (ଫର୍ଣ୍ଣେସ୍) ୟୁରୋପର ବିଭିନ୍ନ ଦେଶରେ ଅତି ସାଧାରଣ ଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଛି। କୃଷି ଫାର୍ମମାନଙ୍କରେ ଶସ୍ୟ ଶୁଖାଇବା ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଏଗୁଡ଼ିକ ବିଶେଷ ଆଦୃତ ହୋଇଛି। ମ୍ୟୁନ୍‌ସିପାଲଟିର ଅଳିଆ ଆବର୍ଜନା ଏକ ଆଦର୍ଶ ଇନ୍ଧନ। ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଶୁଖାଇ ପୋଡ଼ିବାଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ ତାପ ମିଳେ ସେଥିରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇ ପାରିବ।

ଆଜିକାଲି ଅଧିକାଂଶ ଦେଶରେ ଶକ୍ତି ସଂକଟ ଦେଖାଯିବା ପରେ ଆଲ୍‌କୋହଲ୍ ଓ ଭେଜିଟେବ୍‌ଲ ତେଲ ଇତ୍ୟାଦି ପେଟ୍ରୋଲ୍ ଏବଂ ଡିଜେଲ୍‌କୁ ପଛକୁ ପକାଇଦେଇଛି। ଭାରତବର୍ଷରେ ONGC (Oil and Natural Gas Corporation) ତରଫରୁ ଏପରି ଏକ ଇନ୍ଧନ ତିଆରି କରାଯାଇଛି, ହୁଏତ ଆଉ ଅଳ୍ପ କେତେ ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଲୋକମାନେ ପେଟ୍ରୋଲ୍ ଏବଂ ଡିଜେଲ୍‌ର ଆବଶ୍ୟକତା ଭୁଲିଯିବେ। ଆଜି ବ୍ରାଜିଲ୍, ଜର୍ମାନୀ, ଇସ୍ରାଏଲ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଦେଶରେ ଆଲ୍‌କୋହଲ୍‌କୁ ଇନ୍ଧନ ହିସାବରେ ବ୍ୟବହାର କରି କାର୍‌ମାନ ଚାଲିପାରୁଛି। ଏହାଦ୍ୱାରା ପାରମ୍ପରିକ ଶକ୍ତି ଉପରେ ଚାପ କମି ଆସିଛି। ଏହି ଆଲ୍‌କୋହଲ୍ ମଧ୍ୟ ଅନ୍ତର୍ଦହନ ଇଞ୍ଜିନ୍‌ରେ (ଇଣ୍ଟରନାଲ୍ କମ୍ବସନ୍) ବ୍ୟବହାର ହୋଇପାରିବ ବୋଲି ଗବେଷଣାରୁ ଜଣାପଡ଼ିଛି। ଅବଶ୍ୟ ଏଥିପାଇଁ ଇଞ୍ଜିନ୍‌ର

ସାମାନ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦରକାର । ଆଲ୍‌କୋହଲ୍, ପେଟ୍ରୋଲ୍ ଏବଂ ଡିଜେଲ୍ ଅପେକ୍ଷା ଯଥେଷ୍ଟ ପରିଷ୍କାର ଏବଂ ଏହା ପରିବେଶକୁ ଦୂଷିତ କରେନାହିଁ । କାରଣ ପେଟ୍ରୋଲ୍ ଓ ଡିଜେଲ୍ ଇନ୍ଧନଭାବେ ମଟର ଇଞ୍ଜିନ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଲେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ତମ୍ବା (ଲେଡ୍) ଏବଂ ସଲଫର୍ (ଗନ୍ଧକ) ଛାଡ଼ିଥାଏ । ଏହା ସ୍ୱାସ୍ଥ୍ୟପ୍ରତି ବିପଦକାରୀ ଅଟେ । ତେଣୁ ଆଲ୍‌କୋହଲ୍ ବ୍ୟବହାରଦ୍ୱାରା ଏ ସମସ୍ତ ବିପଦର ଆଶଙ୍କା କମିଯିବ ।

ଭେଜିଟେବ୍‌ଲ ତେଲ ସାଧାରଣତଃ ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ସୂର୍ଯ୍ୟମୁଖୀ, ରେପ୍‌ସିଡ୍, ପାମ୍, ସୋୟାବିନ୍ ଏବଂ ପିନଟ୍ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ଡିଜେଲ୍ ବଦଳରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରେ । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଟ୍ରାକ୍ଟର୍ ଏବଂ କୃଷିଯନ୍ତ୍ରପାତିରେ ଏହା ଭଲଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଦକ୍ଷିଣ ଆଫ୍ରିକା ଏବଂ ବ୍ରାଜିଲ୍ ପ୍ରଭୃତି ଦେଶରେ ଟ୍ରାକ୍ଟର୍ ଚାଳନା ପାଇଁ ଏହା ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି ।

ଗୋବର ଏବଂ କୃଷିଜନିତ ଅଳିଆ ଆବର୍ଜନାରୁ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାରକରି ବ୍ୟବହାର କରିବା ଆଜିକାଲି ଅଧିକାଂଶ ଦେଶରେ ପ୍ରଚଳିତ । ବିଶେଷକରି ଭାରତର ଗ୍ରାମାଞ୍ଚଳରେ ଗୋବର ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ବିଶେଷ ଆଦୃତ ହୋଇପାରିଛି । ଖଦୀ ଓ ଗ୍ରାମୋଦ୍ୟୋଗ ସଂସ୍ଥା ମାଧ୍ୟମରେ ଏହି ଗ୍ୟାସ୍‌ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ଶସ୍ତାରେ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯିବା ଦ୍ୱାରା ଗାଁଗହଳିରେ 4 ରୁ 5 ଟି ଗୋରୁ କିମ୍ବା ମଇଁଷି ରଖିଥିବା ବ୍ୟକ୍ତି ଏହା ତିଆରି କରିପାରୁଛନ୍ତି । ଏଥିପାଇଁ ବିଶେଷ ଜ୍ଞାନର ଆବଶ୍ୟକତା ପଡୁନାହିଁ ଏବଂ ଏଥିରୁ ବାହାରୁଥିବା ବାଷ୍ପ ଗୋଟାଏ ପରିବାରର ସମସ୍ତ ଜାଳେଣିଖର୍ଚ୍ଚ ତୁଲାଇପାରୁଛି । ଜୈବିକ ବାଷ୍ପ ମିଥେନ୍, କାର୍ବନ୍ ଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ସଲଫାଇଡ୍‌ର ଏକ ମିଶ୍ରଣ ଅଟେ । ଏଥିରେ ସାଧାରଣତଃ ମିଥେନ୍ 50 ରୁ 70% ଥାଏ । ଏହା ଜଳିବା ପାଇଁ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ନିମ୍ନ ଚାପ ଅବସ୍ଥାରେ ଏହାକୁ ସଂରକ୍ଷଣ କରିବା କଷ୍ଟକର । ତେଣୁ ଏହା ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ବା ବ୍ୟବହାର ସୁବିଧାଜନକ । ଏହି ଗ୍ୟାସ୍‌ରୁ କାର୍ବନ ଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ବାହାରକରିଦେଲେ ଏହାର ମାନ ଉନ୍ନତ ହୋଇଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଗୋବର ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ସନ୍ଧ୍ୟାରେ ଗୋବର ଗୋଳାଇ ପୂରାଇ ଦିଆଯାଏ । ସକାଳୁ ସୌରରଶ୍ମି ପଡ଼ିବା ଫଳରେ ଏଥିରୁ ଗ୍ୟାସ୍ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ଏବଂ ଦିନର ରନ୍ଧନ କାର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ଆରମ୍ଭକରି ପାଣି ଗରମ ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କାମ ସୁରୁଖୁରରେ କରିହୁଏ ।

ଜୈବିକ ବସ୍ତୁରୁ ଜାଳେଣି କିପରି ତିଆରି ହୁଏ :

ସାଧାରଣତଃ ଜୈବିକବସ୍ତୁରୁ ଶୁଷ୍କ ଏବଂ ଆର୍ଦ୍ର ପ୍ରଣାଳୀଦ୍ୱାରା ଜାଳେଣି ତିଆରି ହୋଇଥାଏ । କଠିନ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ଶୁଷ୍କ ପ୍ରଣାଳୀ (Dry process) ଦ୍ୱାରା ଜାଳେଣିରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ତରଳ ଏବଂ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଥିବା

ସାରଣି

ଅବସ୍ଥା	ପରିବର୍ତ୍ତନକାରୀ ପ୍ରଣାଳୀ	କଠିନ ପଦାର୍ଥ	ପ୍ରାଥମିକ ତରଳ ପଦାର୍ଥ	ଗ୍ୟାସ୍	ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ବିବେଚନ	ପ୍ରଧାନ ଇନ୍ଧନ
ଆର୍ଦ୍ର	ଅବାୟବୀୟ ହଜମ (Anaerobic Digestion)	—		ମିଥେନ ଏବଂ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ	ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ନିଷ୍କାସନ	ମିଥେନ
	ଫାର୍ମନ (Fermentation)	—	ଇଥାନଲ	—	ପାତନ	ଇଥାନଲ
	ରାସାୟନିକ ବିଜାରଣ (Chemical Reduction)	—	ତୈଳମିଶ୍ରଣ	—	ଅଂଶୀକୃତ ପାତନ	ତରଳ ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ
ଶୁଷ୍କ	ତରଳୀ କରଣ (Liquefication)	ଚାର	ଫାଇରେ ଲିଗ୍ନିଅସ ଅମ୍ଳ ଏବଂ ତୈଳ	ଫୁଏଲ ଗ୍ୟାସ୍	ବାଷ୍ପୀକରଣ	ମିଥେନ
	ବାଷ୍ପୀକରଣ (Gasification)	ଚାର	—	ଫୁଏଲ ଗ୍ୟାସ	ବିସ୍ଥାପିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା	ମିଥାନଲ କିମ୍ୱା ଅନ୍ୟ
	ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ-ଗ୍ୟାସୀକରଣ (Steam-Gasification)	ଚାର	—	ମିଥେନ	ବିସ୍ଥାପିତ ପ୍ରକ୍ରିୟା	ଆଲକୋହଲ
	ଉଦ୍‌ଜାନୀକରଣ (Hydrogenation)	—	ମିଶ୍ରିତ ତୈଳ	—	ଅଂଶୀକୃତ ପାତନ	ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ
	ତେଲ ନିଷ୍କର୍ଷଣ (Oil extraction)	—	ଭେଜିଟେବଲ୍ ତୈଳ	—	ଇଷ୍ଟରୀ କରଣ	ଡ଼ିଜେଲ

ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ଆର୍ଦ୍ର ପ୍ରଣାଳୀ (Wet Process) ଦ୍ୱାରା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ପ୍ରଣାଳୀ ଠିକ୍ କରିବା ପାଇଁ ସ୍ଥାନ, ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥା ଏବଂ ପ୍ରଣାଳୀର ଅର୍ଥନୀତି ତଥା ଏହାର ବିକ୍ରୀ ହେବାର ଯୋଗ୍ୟତା ଦେଖିବାକୁ ପଡ଼େ। ତେବେ ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରଦତ୍ତ ସାରଣି ଅନୁଯାୟୀ ଜୈବିକବସ୍ତୁ ଇନ୍ଧନକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ। ଜୈବିକ ବସ୍ତୁର ଗୁରୁତ୍ୱ ଉପଲବ୍ଧି କରି ଭାରତ ସରକାର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକଳ୍ପମାନ ଆରମ୍ଭ କରିଛନ୍ତି। ଏହି ପ୍ରକଳ୍ପଗୁଡ଼ିକ ହେଲା – କାଠଶକ୍ତି, ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ବଦଳକାରୀ ଆଲକୋହଲ୍ ଫୁଏଲ୍, ଫୁଏଲ୍ ବ୍ରିକେଟ୍, କାଠକୋଇଲା ଉତ୍ପାଦନ, ଜୈବିକ ବସ୍ତୁ ବାଷ୍ପୀକରଣ ଇତ୍ୟାଦି। ସେଥିପାଇଁ ଭାରତର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଗବେଷଣାଗାରମାନ ସ୍ଥାପନ କରାଯାଇଛି। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ 'ଉର୍ଜାଗ୍ରାମ ପ୍ରକଳ୍ପ' ମଧ୍ୟ ହାତକୁ ନିଆଯାଇଛି। ଏହି ପ୍ରକଳ୍ପ ଜରିଆରେ ସପ୍ତମ ଯୋଜନାରେ 5000 ଗ୍ରାମକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌କରଣ କରାଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ରହିଛି। ଏହାମଧ୍ୟରେ 42ଟି ପ୍ରକଳ୍ପର କାମ ସରିଗଲାଣି। ସେହିପରି ବାଇଓ-ଗ୍ୟାସ୍‌ରୁ ଶକ୍ତି ବାହାର କରିବାରେ 1981-82 ମସିହାରେ ସରକାର ଜୈବିକ ବାଷ୍ପର ଉନ୍ନତି ପାଇଁ ଜାତୀୟ ପ୍ରକଳ୍ପ (National Project on Biogas Development – NPBD) ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ। 1981-82 ରୁ 1986-87 ମଧ୍ୟରେ 7.4 ଲକ୍ଷ ଜୈବିକବାଷ୍ପ ୟୁନିଟ୍ କାମକରୁଛି। ସେହିପରି କମ୍ୟୁନିଟି ବାଇଓଗ୍ୟାସ୍‌ପ୍ଲାଣ୍ଟ ମଧ୍ୟ ସ୍ଥାପନ କରାଯାଇଛି। 1987-88 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଏହାର ସଂଖ୍ୟା 310 ରହିଛି। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଉନ୍ନତ ଚୁଲି ମାଧ୍ୟମରେ ମଧ୍ୟ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଇପାରିବ। ଗୋଟାଏ ଉନ୍ନତ ଚୁଲି ବର୍ଷକୁ ଦଶ କୁଇଣ୍ଟାଲ୍ କାଠ ବଞ୍ଚାଇ ପାରିବ। ତେଣୁ ସମଗ୍ର ଭାରତବର୍ଷର ଗାଁଗହଳିରେ ରହୁଥିବା ପରିବାର ଏହି ଚୁଲି ବ୍ୟବହାର କଲେ ବର୍ଷକୁ ଅନେକ ଜାଳେଣି କାଠ ବଞ୍ଚିଯିବ ଓ ଏଗୁଡ଼ିକ ଅନ୍ୟ କାର୍ଯ୍ୟରେ ଲାଗିପାରିବ।

ଜୈବିକଦ୍ରବ୍ୟକୁ ବ୍ୟବହାର କଲାଭଳି ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ ଗ୍ୟାସ୍‌ଫାୟାର୍ ଏବଂ ଷ୍ଟାର୍ଲିଂ ଇଞ୍ଜିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଭାରତବର୍ଷରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା 3 ମେଗାୱାଟ୍ କ୍ଷମତାଶାଳୀ ଶକ୍ତି ଜେନରେଟର୍ ବସାଯାଇପାରିଛି। ଏହା ଫଳରେ 1988 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା 51,000 ଲିଟର ଡିଜେଲ୍ ଖର୍ଚ୍ଚ କମାଇଦିଆଯାଇଛି।

ମ୍ୟୁନିସିପାଲିଟିର ଅଳିଆ ଆବର୍ଜନାରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ ଡେନ୍‌ମାର୍କ ସରକାରଙ୍କ ସହାୟତାରେ ଭାରତସରକାର ଦିଲ୍ଲୀଠାରେ ଏକ କାରଖାନା ବସାଇଛନ୍ତି। ଏହି କାରଖାନାରୁ ଦୈନିକ 3.75 ମେଗାୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇପାରିବ। ଏଥିପାଇଁ ଦୈନିକ 300 ମେଟ୍ରିକ୍ ଟନ୍ ମ୍ୟୁନିସ୍‌ପାଲିଟିର କଠିନ ଅଳିଆ ଆବର୍ଜନା ଦରକାର ପଡ଼ିବ। ଏହା ଦିଲ୍ଲୀ ସହରରୁ ମିଳିପାରିବ। ସେହିପରି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ବଡ଼ ବଡ଼ ସହର କଲିକତା, ବମ୍ବେ, ମାନ୍ଦ୍ରାଜରେ ଏପରି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ପ୍ରକଳ୍ପ ହାତକୁ ନେବାର ଯୋଜନା ରହିଛି।

ଜୈବିକବସ୍ତୁ, ବିଶେଷକରି କାଠ ଏବଂ ପଶୁମାନଙ୍କର ଗୋବର, ତୃତୀୟ ବିଶ୍ୱସ୍ଥିତ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଇନ୍ଧନର ପ୍ରଧାନ ଉତ୍ସ। ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସୁରକ୍ଷିତ ରଖିପାରିଲେ ଏବଂ ଏହାର ସଦୁପଯୋଗ କରିପାରିଲେ ଏହି ଦେଶମାନଙ୍କରେ ଶକ୍ତି ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ହୋଇପାରିବ। ଭାରତବର୍ଷର ଗାଁମାନଙ୍କରେ ସ୍ତ୍ରୀଲୋକମାନେ ଘଣ୍ଟା ଘଣ୍ଟା ଧରି ଜାଳେଣି ସଂଗ୍ରହ କରିବାରେ ସମୟ କଟାନ୍ତି। ତା'ଛଡ଼ା ଗୋବରରୁ ଘସି ତିଆରି କରି ଜାଳିବା ଫଳରେ ଗୋବର କୃଷିକାର୍ଯ୍ୟରେ ସାର ହିସାବରେ ବ୍ୟବହାର ହୋଇପାରେନା। ତେଣୁ ଜୈବିକ ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୋବରର ସଦୁପଯୋଗ ହେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ସ୍ତ୍ରୀଲୋକମାନଙ୍କର ସମୟ ରକ୍ଷା ହେବ ଏବଂ ଏହି ସମୟ ସେମାନେ ଅନ୍ୟ କାମରେ ବିନିଯୋଗ କରିପାରିବେ। ଜୈବିକ ଆବର୍ଜନାରୁ ମିଥେନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଗ୍ୟାସ୍ ତିଆରି କରାଯାଏ। ରିଫାଇନ୍ ବାଇଓଫୁଏଲ୍ – ଯଥା ମିଥାନଲ୍ ଏବଂ ଇଥାନଲ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଫସିଲ୍ ଇନ୍ଧନ ବଦଳରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରେ। ଏଥିପାଇଁ ଭାରତରେ ବହୁତ ସୁବିଧା ରହିଛି। ଭାରତରେ ନୂତନ ଜଙ୍ଗଲ ସୃଷ୍ଟି କରିବାପାଇଁ ସ୍ଥାନର ଅଭାବ ନାହିଁ। ତା' ଛଡ଼ା ଗୋପାଳନ କରିବା ପାଇଁ ଅସୁବିଧା ନାହିଁ। ସରକାର ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋପାଳନ ପାଇଁ ପ୍ରୋତ୍ସାହନ ଦେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଅର୍ଥ ମଧ୍ୟ ଯୋଗାଇ ଦେଉଛନ୍ତି। ଏହି ଗୋବର କେବଳ ଖତସାର ନହୋଇ ଜୈବିକ ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଜାଳେଣି ଶକ୍ତି ଦେଇପାରିବ। ଏ ଦିଗରେ ଭାରତ ଖୁବ୍ ଆଗେଇଯାଇପାରିବ।

—

ଷଷ୍ଠ ଅଧ୍ୟାୟ

ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି

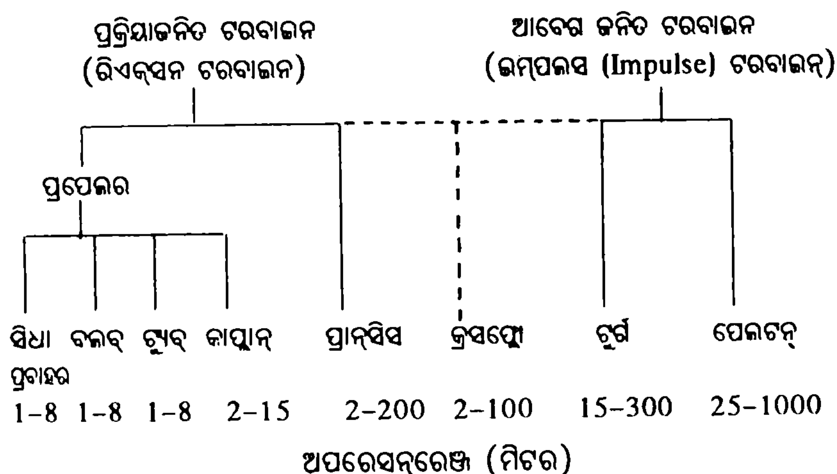
ସମସ୍ତ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଜଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଏକ ଆଦର୍ଶ ଏବଂ ନିର୍ମଳ ଶକ୍ତି ଭାବେ ପରିଚିତ। ବହୁ ପୂରାକାଳରୁ ଜଳଚାଳିତ ଚକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ଦେଇଆସୁଛି। ତେବେ ଆଜିର ଦୁନିଆରେ ଜଳରୁ ବାହାର କରାଯାଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ବିଶେଷଭାବେ ଆଦୃତ। କ୍ରମେ ଜଳଚାଳିତ ଚକ ବଦଳରେ ଜଳ ଚାଳିତ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଉଛି।

ଜଳ ଚାଳିତ ଚକ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଯୁଗରେ ପ୍ରଚଳିତ ଥିଲା। ସେ ସମୟରେ ଇଂଲଣ୍ଡରେ ପ୍ରାୟ 20,000 ଜଳଚାଳିତ ଚକ ଥିଲା ଏବଂ ଯେଉଁଗୁଡ଼ିକ ଏକ କିଲୋୱାଟ୍ ଠାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି 50 କିଲୋୱାଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରୁଥିଲା। ମାତ୍ର ଏଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତା 25% ପାଖାପାଖି ଥିଲା। ତେଣୁ କାଳକ୍ରମେ ଏହା ବଦଳରେ ଜଳଚାଳିତ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ସବୁ ସୃଷ୍ଟିହେଲା। ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଜଳଚାଳିତ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଦେଖାଦେଇଥିଲା। ପ୍ରଥମେ ଏହାର ଆକାର ଖୁବ୍ ବଡ଼ ଥିଲା ଏବଂ ଦକ୍ଷତା ମଧ୍ୟ କମ୍ ଥିଲା। କ୍ରମେ ଆଧୁନିକ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ସବୁ ତିଆରି ହେଲା। ଏଗୁଡ଼ିକ ବହୁତ ଜୋର୍‌ରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରିପାରିଲା। ତା'ଛଡ଼ା ଆକାରରେ ମଧ୍ୟ ଛୋଟ ଥିଲା ଏବଂ ଦକ୍ଷତା ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧିପାଇ 60% ହେଲା। ଆଜିକାଲି ବଡ଼ ବଡ଼ ଜଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌କେନ୍ଦ୍ରରେ ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ମାନ 85% ଦକ୍ଷତା ସହ କାର୍ଯ୍ୟକରୁଛନ୍ତି।

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି କିପରି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ :

ସାଧାରଣତଃ ଜଳଚାଳିତ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଦୁଇପ୍ରକାର। ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ରେ ରୋଟର୍‌ଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ପାଣିରେ ବୁଡ଼ିରହିଥାଏ ଏବଂ ଏହାର ବ୍ଲେଡ୍ ଉପରେ ଜଳର ପ୍ରକ୍ରିୟା ଯୋଗୁଁ ଘୂରିବୁଲେ। ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ରେ ରୋଟର୍‌ଟି ଉଚ୍ଚ ଚାପ ଜଳ ଜେଟ୍‌ର ଆବେଗରେ କାମକରେ। କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଜଳଚାଳିତ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ବସାଇବାକୁ ଗଲେ ସ୍ଥାନ ତଥା ଜଳର ଗୁଣ ବିଚାରକୁ ନିଆଯାଇଥାଏ।

'ରିଏକ୍ସନ ଟର୍ବାଇନ୍' ସାଧାରଣତଃ ସହଜ, ସୁନ୍ଦର ତଥା ମଜଭୂତ୍ ଏବଂ ପ୍ରାୟ **ସମସ୍ତ ସ୍ଥାନ ପାଇଁ** ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ। ଏଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ 'ହେଡ୍' ପାଇଁ ତିଆରି କରାଯାଇପାରେ। 'ହେଡ୍' କହିଲେ ସାଧାରଣତଃ ଜଳପ୍ରପାତର ଉଚ୍ଚତାକୁ ବୁଝାଏ। ଅର୍ଥାତ୍ ଟର୍ବାଇନ୍ ବ୍ଲେଡ୍ ଏବଂ ଜଳ ପଡୁଥିବା ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତ୍ୱକୁ 'ହେଡ୍' କୁହାଯାଏ। ସାଧାରଣତଃ ନଦୀର ଜଳ ସ୍ରୋତରେ ଏହା ରଖାଯାଇପାରେ ଏବଂ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା ଏକ ମିଟର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇଥାଏ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଉଚ୍ଚଜଳ କୁଣ୍ଡରୁ ଜଳପଡ଼ିବା ସମୟରେ ମଧ୍ୟ ଏହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ। ମାତ୍ର ଆବେଗ ଟର୍ବାଇନ୍ ମଧ୍ୟମ ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ହେଡ୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ।



ଉପରୋକ୍ତ ଚିତ୍ରରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ର ଅପରେସନ୍ ରେଞ୍ଜ ଦିଆହୋଇଛି। ଆବେଗ ଟର୍ବାଇନ୍ ପାଇଁ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା ବେଶୀ ହେବା ଦରକାର। ସାଧାରଣତଃ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା ଦ୍ୱିଗୁଣ କରିଦେଲେ ଦୁଇଗୁଣ ଅଧିକ ପାୱାର୍ ମିଳିଥାଏ। ସେହିପରି ଜଳର ପ୍ରବାହ ଦୁଇଗୁଣ କରିଦେଲେ ଦୁଇଗୁଣ ଅଧିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ମିଳେ। ଏହା ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନର ଅର୍ଥନୀତିରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ। ନଦୀ କିମ୍ବା ଝରଣାରେ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା ବଢ଼ାଇବାକୁ ହେଲେ ନଦୀର ଉପର ଅଞ୍ଚଳରେ ଆନିକଟ୍ ତିଆରି କରି ଜଳର ଚାପ ବଢ଼ାଇବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ। ଏହା ବ୍ୟତୀତ ନଦୀରେ ବଡ଼ ବଡ଼ ବନ୍ଧ ତିଆରି କରି ଜଳର ହେଡ୍ ବଢ଼ାଯାଇପାରେ। ଯେତେବେଳେ ନଦୀ କିମ୍ବା ଝରଣାରେ କମ୍ ଉଚ୍ଚତାର ହେଡ୍ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ସେଠାରେ ହାଇଡ୍ରୋଲିକ୍ ରାମ୍ (Hydraulic Ram) ବସାଇ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା ବଢ଼ାଯାଇପାରେ। ଏହି ରାମ୍ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ୱୟଂଚାଳିତ

ଏବଂ ଏହାପାଇଁ ବାହାରୁ ଶକ୍ତି ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଦରକାର ହୁଏନାହିଁ। ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରତି ମିଟର ପାଇଁ ଏହା ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା 25 ମିଟର ବଢ଼ାଇଦେଇପାରେ।

ନିମ୍ନ ହେଡ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ :

ସାଧାରଣତଃ ରିଏକ୍‌ସନ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଗୁଡ଼ିକ କମ୍ ହେଡ୍ ଉଚ୍ଚତାରେ କାମ କରିଥାଆନ୍ତି। ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପ୍ରପେଲାର୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ। ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ 10 ମିଟରରୁ କମ୍ ଉଚ୍ଚ ହେଡ୍‌ରେ ଏଗୁଡ଼ିକ କାମ କରନ୍ତି। 'କାପ୍ଲାନ୍' ଟାଇପ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ରେ ବ୍ଲେଡ୍‌ର ପିଚ୍ ପାଣିସ୍ରୁଅର ଗତି ଅନୁସାରେ ତିଆରି କରାଯାଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଅନ୍ୟପ୍ରକାର ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ରେ ଏହା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ। 1920 ମସିହାରେ କାପ୍ଲାନ୍ ଟାଇପ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା। ଏଥିରେ ଗୋଟାଏ 'ରନର୍' ଥାଏ ଯାହା ଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ପଥରେ ଘୂରିବୁଲେ। ଆଧୁନିକ ପ୍ରପେଲାର୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ରେ 'ରନର୍'ଟି ସମାନ୍ତରାଳ ଅକ୍ଷ ପଥରେ ଘୂରିବୁଲେ। ଟ୍ୟୁବ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ରେ ଜେନରେଟର୍ ଜଳ ରାସ୍ତାର ବାହାରେ ରହିଥାଏ ଏବଂ ଗୋଟାଏ ସାଫ୍‌ଟ୍ ଡ୍ରାଇଭ୍ ଦ୍ୱାରା 'ରନର୍'କୁ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଏ। ବଲବ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ରେ ଜେନରେଟର୍ ଏବଂ 'ରନର୍' ଉଭୟ ଜଳର ରାସ୍ତାରେ ରଖାଯାଇଥାଏ। ଜେନରେଟର୍‌ଟି ବଲବ୍ ଆକୃତି ଗୃହ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ସିଧା ପ୍ରବାହ (Straight-flow) ଟର୍‌ବାଇନ୍ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଛୋଟ ଛୋଟ ସିଧା ପ୍ରବାହ (straight-flow) ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଜର୍ମାନୀ ଏବଂ ଅଷ୍ଟ୍ରିଆରେ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ। ଏହା 20 ମେଗାୱାଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରେ।

ମଧ୍ୟମ ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ହେଡ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ :

ଫ୍ରାନ୍‌ସିସ୍, ପେଲଟନ୍ ଏବଂ କ୍ରସ୍ ପ୍ରବାହ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ମଧ୍ୟମ ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ହେଡ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ମଧ୍ୟରେ ପରିଗଣିତ। ଏହା ଆଜକୁ ପ୍ରାୟ ଶହେବର୍ଷ ତଳେ ଉଦ୍‌ଭାବିତ ହୋଇଥିଲା। ଏଥିରେ ମଧ୍ୟ 'ରନର୍'ଟି ସମାନ୍ତରାଳ ବା ଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣାୟମାନ ହୁଏ। ବନ୍ଧରେ ସୁରକ୍ଷିତ ଥିବା ଜଳ ଟର୍‌ବାଇନ୍‌ର ବ୍ଲେଡ୍ ଉପରେ ଉଚ୍ଚ ଚାପରେ ପ୍ରବେଶ କରେ ଏବଂ 'ଡ୍ରଫ୍‌ଟ୍ୟୁବ୍' ଦେଇ ବାହାରେ। ଏହାମଧ୍ୟରେ 'ଆଂଶିକ ଶୂନ୍ୟତା' (Partial Vacuum) ସୃଷ୍ଟିହେବା ଯୋଗୁଁ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା ବଢ଼ିଯାଏ। ଫ୍ରାନ୍‌ସିସ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ବିଭିନ୍ନ ସାଇଜ୍‌ର ତିଆରି ହୋଇପାରେ। ଏହି ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଦ୍ୱାରା 150 ମେଗାୱାଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ। ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଲେଷ୍ଟର୍ ପେଲଟନ୍ ଏକ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଉଦ୍‌ଭାବନ କରିଥିଲେ। ଏହାକୁ ପେଲଟନ୍ ଟର୍‌ବାଇନ୍ କୁହାଯାଏ। ପେଲଟନ୍ ଚକ ପାଇଁ ଅତି କମ୍‌ରେ ଜଳ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା 50 ମିଟର ବା ତତୋଽଧିକ

ହେବା ଉଚିତ! ଏଗୁଡ଼ିକ ଛୋଟ ଛୋଟ ଏବଂ ଅଳ୍ପ କ୍ଷମତା ବିଶିଷ୍ଟ ଜେନେରେଟର୍ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। କାରଣ ଏସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତା ବହୁତ ବେଶୀ। ଜଳ ହେଡ୍‌ର ଉଚ୍ଚତା 4.15 ମିଟର ହେଲେ ଏହା 30 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରେ। ଟୁର୍ଗ ଟରବାଇନ୍ ପେଲଟନ୍‌ର ଉନ୍ନତ ରୂପାନ୍ତର ମାତ୍ର। କ୍ରସ୍‌ଫ୍ଲୋ ଟରବାଇନ୍ ବିଂଶଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଉଦ୍‌ଭାବିତ ହୋଇଥିଲା। ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ଏହାର ବିଶେଷ ଉପଯୋଗ ହୋଇପାରିନାହିଁ।

ଭାରତରେ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି :

ଶସ୍ୟଶ୍ୟାମଳା ଭାରତ ନଦୀ, ଝରଣା ଏବଂ ବନ ପର୍ବତରେ ଭରପୂର। ଏଠାରେ ଜଳର ଅଭାବ ନାହିଁ। ମାତ୍ର ଜଳର ସଦୁପଯୋଗ ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ହୋଇପାରିନି। ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଯୋଜନା ଭାରତବର୍ଷରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୋଇଥିଲା। ଇଂରେଜମାନଙ୍କ ଅଧୀନରେ ଥିବା ସମୟରେ ଏଥିରେ ବିଶେଷ ଅଗ୍ରଗତି ହୋଇପାରିନଥିଲା। ତେବେ 1902 ମସିହାରେ କର୍ଣ୍ଣାଟକରେ ଶିବସାଗର ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରକଳ୍ପ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲା। ଏହାର ଉତ୍ପାଦନ କ୍ଷମତା ଥିଲା 4.5 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍। ଏହା ପରେ ବେସରକାରୀ ଉଦ୍ୟମରେ ଛୋଟ ଛୋଟ ପାଓ୍ୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା। ମାତ୍ର 1915 ମସିହାରେ ଟାଟା କମ୍ପାନୀ ତରଫରୁ ବମ୍ବେର କାପୋଲିଠାରେ 50 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ କ୍ଷମତା ବିଶିଷ୍ଟ ପାଓ୍ୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ସ୍ଥାପନ କରାଗଲା। ସ୍ୱାଧୀନତା ବେଳକୁ ଅର୍ଥାତ୍ 1947 ମସିହାରେ ଭାରତରେ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନର କ୍ଷମତା 1900 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ ହୋଇଥିବା ସମୟରେ ସେଥିରୁ 500 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ ବିଦ୍ୟୁତ୍ କେବଳ ଜଳରୁ ମିଳୁଥିଲା।

1955 ମସିହାରେ ଓଡ଼ିଶାର ମାଛକୁଣ୍ଡ ଏବଂ 1956 ମସିହାରେ ହୀରାକୁଦ ପ୍ରକଳ୍ପମାନ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ହେଲା। ଏହାପରେ ବାଲିମେଳା ପ୍ରକଳ୍ପ ଆରମ୍ଭ ହେଲା। (1973-77)। ବର୍ତ୍ତମାନ ଓଡ଼ିଶାରେ 1983 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆମର ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଅଭାବ ରହିଛି। ତାହାର କାରଣ ଓଡ଼ିଶାରେ ବେଶ୍ ବହୁଳଭାବେ ଶିଳ୍ପମାନ ଗଢ଼ିଉଠିଛି। ଏମାନଙ୍କ ଚାହିଦା ପୂରଣ କରିବା ପାଇଁ ବର୍ତ୍ତମାନ ସରକାର ଇବ୍ ଉପତ୍ୟକା ତଥା ତାଳଚେରରେ ସୁପର୍ ଥର୍ମାଲ୍ ପାଓ୍ୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରିଛନ୍ତି। ଆଶାକରାଯାଏ ଅଳ୍ପଦିନ ମଧ୍ୟରେ ପୁଣି ଓଡ଼ିଶାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକତାଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇ ପାରିବ। ଏହି ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଭାରତ ତଥା ବିଭିନ୍ନ ରାଜ୍ୟମାନଙ୍କର ଜଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିର ଏକ ସମୀକ୍ଷା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସାରଣିରେ ଦିଆଯାଇଛି।

ସାରଣି

ଅଞ୍ଚଳ / ରାଜ୍ୟ	60% ଲୋଡ୍‌ରେ ଶକ୍ତି କ୍ଷମତା (Mw)	ଶତକଡ଼ା ହେଉଛି ଭାଗ
ଉତ୍ତର-ପୂର୍ବାଞ୍ଚଳ	31857	37.9
ଅରୁଣାଚଳ	26756	31.8
ମିଜୋରାମ	1455	1.7
ମଣିପୁର	1176	1.4
ମେଘାଳୟ	1070	1.3
ନାଗାଲାଣ୍ଡ	1040	1.3
ଆସାମ	351	1.3
ତ୍ରିପୁରା	9	0.4
ଉତ୍ତରାଞ୍ଚଳ	30155	35.9
ହିମାଚଳ ପ୍ରଦେଶ	11647	13.9
ଉତ୍ତର ପ୍ରଦେଶ	9744	11.6
ଜାମ୍ମୁ କାଶ୍ମୀର	7487	8.9
ପଞ୍ଜାବ	922	1.1
ରାଜସ୍ଥାନ	291	0.3
ହରିୟାନା	64	0.1
ଦକ୍ଷିଣାଞ୍ଚଳ	10763	12.8
କର୍ଣ୍ଣାଟକ	4347	5.2
ଆନ୍ଧ୍ର ପ୍ରଦେଶ	2909	3.5
କେରଳ	2301	2.7
ତାମିଲନାଡୁ	1206	1.4
ପଶ୍ଚିମାଞ୍ଚଳ	5679	6.8
ମଧ୍ୟପ୍ରଦେଶ	2774	3.3
ମହାରାଷ୍ଟ୍ର	2460	2.9
ଗୁଜରାଟ	409	0.5
ଗୋଆ	36	0.1
ପୂର୍ବାଞ୍ଚଳ	5590	6.6
ଓଡ଼ିଶା	1983	2.4
ପଶ୍ଚିମ ବଙ୍ଗ	1786	2.1
ସିକିମ୍	1283	1.5
ବିହାର	538	0.6
ସମଗ୍ର ଭାରତ	88044	100

1988 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଭାରତରେ 105ଟି ମାଇକ୍ରୋ / ମିନି / ଛୋଟ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରକଳ୍ପ ଚାଲୁଥିଲା ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା କ୍ଷମତା 196 ମେଗାୱାଟ୍ ଥିଲା। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ 87ଟି ପ୍ରକଳ୍ପ ଶେଷହେବା ଉପରେ। ଏହା ଶେଷ ହେଲେ ଏଥିରୁ 218 ମେଗାୱାଟ୍ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ମିଳିପାରିବ। ଆମ ଦେଶରେ ଦାମୋଦର ଉପତ୍ୟକା କର୍ପୋରେସନ୍ ଭଳି ଅନେକ ବଡ଼ ବଡ଼ ନଦୀ ଉପରେ ପ୍ରକଳ୍ପ ତିଆରି କରିବାର ସୁବିଧା ରହିଛି। ମାତ୍ର ଏସବୁ ହାତକୁ ନେବା ପୂର୍ବରୁ ବିଭିନ୍ନ ସୁବିଧା ଅସୁବିଧା ଦେଖିବାକୁ ପଡ଼େ। ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ରେଙ୍ଗାଲୀ ବନ୍ଧ ଯୋଜନାରେ ବାସଚ୍ୟୁତ ଲୋକମାନଙ୍କ ଥଇଥାନ ସମସ୍ୟା। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ପରିବେଶର ସୁରକ୍ଷା ମଧ୍ୟ ଦେଖିବାକୁ ପଡ଼େ। ଅଧିକାଂଶ ପ୍ରକଳ୍ପରେ ହଜାର ହଜାର ଏକର ଚାଷଜମି ଜଳ ନିମଗ୍ନ ହେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଜଙ୍ଗଲ ମଧ୍ୟ ନଷ୍ଟ ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଏ ସବୁ ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି ବହୁମୁଖୀ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରକଳ୍ପରେ ସମାଜର ଅଶେଷ ହିତସାଧନ ହୋଇପାରିଥାଏ। ପ୍ରକୃତରେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଥର୍ମାଲ୍ ଏବଂ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ତୁଳନାରେ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରକଳ୍ପରେ ପରିବେଶ ଆଦୌ ଦୂଷିତ ହୁଏନାହିଁ କହିଲେ ଚଳେ। ଜଳ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପାଦନକୁ ପ୍ରୋତ୍ସାହନ ଦେବାପାଇଁ ଭାରତ ସରକାର ଜାତୀୟ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି କର୍ପୋରେସନ୍ (National Hydroelectric Power Corporation – NHPC) ଏବଂ ଉତ୍ତର-ପୂର୍ବ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି କର୍ପୋରେସନ୍ (North Eastern Electric Power Corporation) ଗଢ଼ିଛନ୍ତି। ଏହି ସଂସ୍ଥାମାନେ ରାଜ୍ୟସରକାରମାନଙ୍କୁ ବିଭିନ୍ନ ଛୋଟ ବଡ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ଯୋଜନା କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରୁଛନ୍ତି। ଏହାଛଡ଼ା ସପ୍ତମ ଯୋଜନା କାଳରେ (1985-90) 4627 ମେଗାୱାଟ୍ ଅଧିକ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ହୋଇପାରିବ ବୋଲି ଆଶାକରାଯାଏ। ଅଷ୍ଟମ ଯୋଜନା କାଳରେ 10,000 ମେଗାୱାଟ୍ ଅଧିକ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ହୋଇପାରିବ ବୋଲି ଯୋଜନା କମିଶନ୍‌ର ଆଭିମୁଖ୍ୟ ରହିଛି।

—

ସପ୍ତମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଜୁଆର ଓ ତରଙ୍ଗ ଶକ୍ତି

ପୃଥିବୀର ଦୁଇ-ତୃତୀୟାଂଶ ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ। ତେଣୁ ସମୁଦ୍ରର ଜୁଆରରୁ ଶକ୍ତି ବାହାର କରିପାରିଲେ ଆଉ ଶକ୍ତିର ଅଭାବ ରହିବ ନାହିଁ। ଏକାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଫ୍ରାନସ୍, ଇଂଲଣ୍ଡ ଏବଂ ସ୍ପେନ୍‌ରେ ଜୁଆର ମିଲ୍‌ମାନଙ୍କରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇପାରୁଥିଲା। ସମୁଦ୍ରକୂଳମାନଙ୍କରେ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍‌ମାନ ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରଥମ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚାଲୁଥିଲା। ଜୁଆରୀୟ ପାୱାର୍ ଷ୍ଟେସନ୍‌ମାନ ବ୍ରିଟେନ୍, ଜର୍ମାନୀ, ସୋଭିଏତ୍ ରୁଷ, ଇଟାଲୀ ଇତ୍ୟାଦି ଦେଶରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରୁଥିଲା। ଏପରିକି 1824 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା ଲଣ୍ଡନର ଆଂଶିକ ଜଳଯୋଗାଣ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ଦ୍ୱାରା ହେଉଥିଲା। ଏହି ମିଲ୍ 1580 ମସିହାରେ ଲଣ୍ଡନ୍ ବ୍ରିଜ୍ ତଳେ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା। ଜର୍ମାନୀର ହାମ୍‌ବର୍ଗଠାରେ 1880 ମସିହାରେ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ଦ୍ୱାରା ସିୱେଜ୍ ଉଠାଯାଉଥିଲା। ସବୁଠାରୁ ବଡ଼ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ରୋଡ୍‌ଦ୍ୱୀପ (Rhode Island) ରେ ଅଷ୍ଟାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା। ଏହା ଜଳଚାଳିତ ଚକ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିଲା ଏବଂ ଏହି ଚକର ବ୍ୟାସ 11 ଫୁଟ୍, ଓସାର 26 ଫୁଟ୍ ଏବଂ ଓଜନ 20 ଟନ୍ ଥିଲା। ଏହି ପୁରୁଣା ମିଲ୍‌ଗୁଡ଼ିକରେ 30ରୁ 100 ମେଗାୱାଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ମିଲ୍ ବସାଯାଇଥିବା ସ୍ଥାନରେ ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇପାରୁଥିଲା। ମାତ୍ର ଉନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଦ୍ୱିତୀୟାର୍ଦ୍ଧରେ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର ଫଳରେ ଜୁଆରୀୟ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର କମିଗଲା।

ବିଗତ କେତେ ବର୍ଷଧରି ବଡ଼ ଜୁଆରୀୟ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ମାନ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପାଇଁ ବସାଯାଇଛି। ବର୍ତ୍ତମାନ ପୃଥିବୀରେ ପାଞ୍ଚଟି ଜୁଆର ଶକ୍ତି ପ୍ରକଳ୍ପ ଅଛି। ଆଶାକରାଯାଏ ଆଉ ଅଳ୍ପ କେତେ ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଅନେକ ରାଷ୍ଟ୍ର ଜୁଆର ମିଲ୍ ବସାଇବେ। ଫ୍ରାନ୍‌ସର ରାନ୍‌ସ ନଦୀର ମୁହାଣରେ ଗୋଟାଏ ବଡ଼ ବ୍ୟାରେଜ୍ କରାଯାଇଛି। ଏଥିରୁ 240 ମେଗାୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ମିଳିପାରୁଛି। ଏହି ବ୍ୟାରେଜ୍‌ରେ 24ଟି ରିଭର୍ସିବଲ୍ ବଲ୍‌ବ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଅଛି ଏବଂ ଏହା ଜୁଆର, ଭଟ୍ଟା ଏବଂ ବନ୍ୟା ସମୟରେ

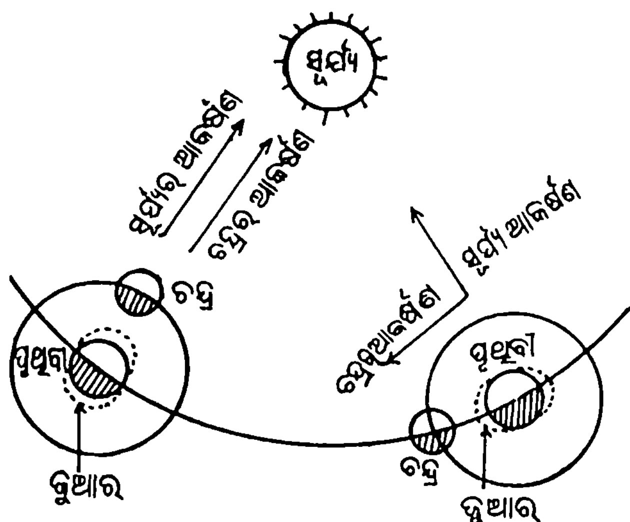
ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିପାରୁଛି । 1968 ମସିହାରେ ରୁଷ୍‌ରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ବ୍ୟାରେଜ୍ ବସାଯାଇଥିଲା । ଏଥିରୁ 400 କିଲୋୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ମିଳୁଛି । ଏହା ବାରେଣ୍ଟସ୍ ସମୁଦ୍ରର କିସ୍ଲାୟା ଉପସାଗର (Kislaya Bay)ରେ ତିଆରି କରାଯାଇଛି । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ସୋଭିଏତ୍ ରୁଷ୍ ସରକାର ଆହୁରି ଦୁଇଟି ପ୍ରକଳ୍ପ (400 ଏବଂ 10,000 ମେଗାୱାଟ୍) ବସାଇବା ପାଇଁ ଯୋଜନା ତିଆରିକରିଛନ୍ତି । ସେହିପରି ଚୀନ୍‌ରେ 1958 ମସିହାରୁ ଜୁଆର ଶକ୍ତି କାରଖାନା ବସାଯାଇଛି । 1970 ମସିହାରେ ଜୁଆରୀୟ ବ୍ୟାରେଜ୍ କରି ସେଥିରୁ 3 ମେଗାୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇପାରୁଛି । କାନାଡ଼ାର ଫଂଣ୍ଡି ବେରେ ଜୁଆରରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରାଯିବାର ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଇଛି । ଏହି ସମୁଦ୍ର କୂଳରେ 16 ମିଟର ଉଚ୍ଚ ଜୁଆର ଆସିଥାଏ । ତେଣୁ ଏଠାରେ ଜୁଆର ଶକ୍ତିର ପୂର୍ଣ୍ଣ ବିନିଯୋଗ କରାଯାଇପାରିଲେ ଏହା ପୃଥିବୀର ସବୁଠାରୁ ବଡ଼ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ହେବ । ଆମେରିକା ସରକାର ମଧ ଫଂଣ୍ଡି ବେରେ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ବସାଇବା ପାଇଁ ଆଗ୍ରହୀ ହୋଇପଡ଼ିଛନ୍ତି ।

ଭାରତରେ ଜୁଆରରୁ ଶକ୍ତି ବାହାର କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରଥମ ଚେଷ୍ଟା 1966 ମସିହାରେ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲା । ଏଥିପାଇଁ ଦୁଇଟି ସମୁଦ୍ରକୂଳ ଠିକ୍ କରାଯାଇଛି । ଗୁଜୁରାଟ୍‌ର କଚ୍ଛ ଉପମହାସାଗର ଏବଂ କାମ୍ବେ ଉପମହାସାଗର, ଏହି ସମୁଦ୍ର ଉପକୂଳରେ ଜୁଆରର ଉଚ୍ଚତା ପ୍ରାୟ 5.3 ମିଟରରୁ 6.8 ମିଟର ହୋଇଥାଏ । କାମ୍ବେରେ ଏକ ବେସିନ୍ (single basin) ପ୍ରଣାଳୀ ଅନୁସରଣ କରାଯାଇ 5500ରୁ 7400 ମେଗାୱାଟ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବାର ଆଶାକରାଯାଏ । ଏହାହେଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ପ୍ରତି କିଲୋୱାଟ୍-ଆୱାର୍ 8 ପଇସା ପଡ଼ିବ । ସେହିପରି କଚ୍ଛଠାରେ 1100 ମେଗାୱାଟ୍‌ର ଏକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରାଯିବାର ବ୍ୟବସ୍ଥା ରହିଛି । ଏଠାରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ 12 ପଇସାରୁ 21 ପଇସା ମଧରେ ପଡ଼ିବ । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ପଶ୍ଚିମ ବଙ୍ଗଳାର ଗାଙ୍ଗେୟ ତ୍ରିକୋଣଭୂମିରେ ମଧ ଛୋଟ ଛୋଟ ଜୁଆର ମିଲ୍ ବସାଯିବାର ପରିକଳ୍ପନା ରହିଛି । ଏଠାରେ ସାଧାରଣତଃ 3ରୁ 3.5 ମିଟର ଉଚ୍ଚ ଜୁଆର ଆସିଥାଏ । ଏଥିରେ ବସାଯିବା ମିଲ୍‌ର କ୍ଷମତା 2ରୁ 15 ମେଗାୱାଟ୍ ମଧରେ ରହିବ । ତେଣୁ ଜୁଆରରୁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ ପ୍ରକଳ୍ପ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଲେ ପାରଂପରିକ ଶକ୍ତି ଉପରୁ ଚାପ କମିଯିବ ।

ଜୁଆର କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ –

ସମୁଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଜଳର ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟାୟ କ୍ରମେ ବଢ଼ିବା ଏବଂ କମିବା ଦ୍ୱାରା ଜୁଆରର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ ପୃଥିବୀ, ଚନ୍ଦ୍ର ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟ ମଧରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି ଏବଂ ଶୁଦ୍ଧ ଗତିକୀୟ ବଳ (କାଇନେମେଟିକ୍)

ବା ଶକ୍ତିଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇଥାଏ । ଆକାଶରେ ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କର ସ୍ଥିତି, ପୃଥିବୀର ଧ୍ରୁବୀୟ (ପୋଲାର୍) ଅକ୍ଷରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଜୁଆରର ଆଚରଣକୁ ବିଶେଷ ଭାବେ ପ୍ରଭାବିତ କରେ । ସାଧାରଣତଃ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ଚନ୍ଦ୍ର ଥରେ ଘୂରିଆସିବାକୁ ଯେତେ ସମୟ ଲାଗେ ତାହାକୁ Lunar Cycle ବା ଚନ୍ଦ୍ରଚକ୍ର କୁହାଯାଏ । ଏହାର ସମୟ 24 ଘଣ୍ଟା 50 ମିନିଟ୍ ।



ଏହି 24 ଘଣ୍ଟା 50 ମିନିଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ଦୁଇଥର ଜୁଆର ଆସେ । କାରଣ ଚନ୍ଦ୍ର ଏବଂ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି ସହିତ ଉପକେନ୍ଦ୍ର ବଳ (Centrifugal Force) ଏକ ଜଟିଳ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟିକରିଥାଏ । ଚନ୍ଦ୍ରର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ପୃଥିବୀରେ ଥିବା ସମୁଦ୍ରରେ, ଯାହାକି ଚନ୍ଦ୍ରର ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ଥାଏ, ତା ଉପରେ ଏକ ପ୍ରକାର ଜୁଆର ସୃଷ୍ଟି କରେ । ସେହିପରି ଦୂର ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ଅଞ୍ଚଳରେ ପୃଥିବୀର ଉପକେନ୍ଦ୍ର ବଳ ଯୋଗୁଁ ମଧ୍ୟ ଜୁଆର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ସେହିଭଳି ସୂର୍ଯ୍ୟଚକ୍ର ଅନୁସାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ 24 ଘଣ୍ଟାରେ ଥରେ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ଘୂରିଆସେ, ଫଳରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତି 12 ଘଣ୍ଟା ଅନ୍ତରରେ ଅର୍ଦ୍ଧ ଦୈନିକ ଜୁଆର (Semidiurnal tide) ଆସେ । ଏଠାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରକୃତରେ ସ୍ଥିର ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପୃଥିବୀରେ ଥିବା ଦର୍ଶକକୁ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବୁଲୁଥିବାପରି ଜଣାପଡ଼େ । ପ୍ରକୃତରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ପୃଥିବୀ ବୁଲିଆସିବାକୁ ଆପାତତଃ 365 ଦିନ 6 ଘଣ୍ଟା ସମୟ ଲାଗେ ଏବଂ ନିଜ କକ୍ଷ ପଥରେ 24 ଘଣ୍ଟାରେ ଥରେ

ଘୂରିବୁଲେ। **ଫଳରେ ପୃଥିବୀସ୍ଥିତ** ଦର୍ଶକଙ୍କୁ ଏପରି ମନେହୋଇଥାଏ। ପ୍ରକୃତରେ ଚନ୍ଦ୍ରର ପୃଥିବୀ ଉପରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି ପୃଥିବୀର ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥିତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଜୁଆର ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ବଳ ସେଠାରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଏବଂ ଉପକେନ୍ଦ୍ରିକ ବଳର ଭେକ୍ଟର ଯୋଗଫଳ (Vector Sum) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ଅର୍ଦ୍ଧଦୈନିକ ଜୁଆର ପାଇଁ ଏହି ବଳର ସ୍ପର୍ଶ ରୈଖିକ ଅଂଶିକ (Tangential Component) ଦାୟୀ।

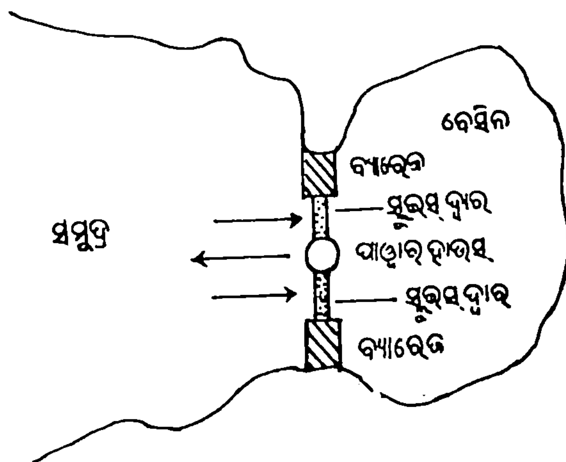
ସେହିପରି ଚନ୍ଦ୍ର ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟଦ୍ୱାରା ପୃଥିବୀ ଉପରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳ, ପୃଥିବୀ ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟ କିମ୍ବା ଚନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା କୋଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ତା'ଛଡ଼ା ଏହା ସୌର ବା ଚନ୍ଦ୍ର ଦିନମାନଙ୍କରେ ମଧ୍ୟ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। (ଗୋଟିଏ ସୌରଦିନ 24 ଘଣ୍ଟା, ଗୋଟିଏ ଚନ୍ଦ୍ରଦିନ 24 ଘଣ୍ଟା 50 ମିନିଟ୍) ସାଧାରଣତଃ ସୌର ଆକର୍ଷଣ ଦିନର ଦୁଇଟି ସମୟରେ ବେଶୀ କମ୍ ହୋଇଥାଏ, ଫଳରେ ଦୈନିକ ଜୁଆର ଆସେ ଏବଂ ଭଟ୍ଟା ପଡ଼େ। ସୌରଦିନ ଏବଂ ଚନ୍ଦ୍ରଦିନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ପରିଲକ୍ଷିତ ହେବା ଯୋଗୁଁ ଉଚ୍ଚ ଜୁଆର (Spring Tide) ଏବଂ ନିମ୍ନ ଜୁଆର (Neap Tide) ଦେଖାଯାଏ। ଯେତେବେଳେ ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର ଏବଂ ପୃଥିବୀ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି (ଅର୍ଥାତ୍ ପୂର୍ଣ୍ଣମୀ ଏବଂ ଅମାବାସ୍ୟା ତିଥିରେ) ସେତେବେଳେ ସମସ୍ତ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ମିଶିଯିବା ଦ୍ୱାରା ଆକର୍ଷଣ ବଳ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇପଡ଼େ, ଫଳରେ ସମୁଦ୍ରରେ ବଡ଼ ବଡ଼ ଜୁଆର ଆସେ। ସେହିପରି ଯେତେବେଳେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଥିବୀ ସହିତ ୨୦ ଡ଼ିଗ୍ରୀ କୋଣ କରି ରହନ୍ତି ସେତେବେଳେ ଏହି ବଳର ପ୍ରଭାବ କମିଯାଏ, ଫଳରେ ନିମ୍ନ ଜୁଆର ଆସେ। ଜୁଆର ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ବଳ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର 10^{-6} ଅଂଶ ମାତ୍ର। ତେଣୁ ଛୋଟ ଛୋଟ ହ୍ରଦମାନଙ୍କରେ ଜୁଆର ସୃଷ୍ଟିକରିପାରେନାହିଁ। ମାତ୍ର ସମୁଦ୍ରରେ ଅମାପ ଜଳ ଥିବା ହେତୁ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବଢ଼ିଯାଏ। ଫଳରେ ଏହି ବଳ ଜୁଆର ସୃଷ୍ଟି କରିବାରେ ସକ୍ଷମ ହୋଇଥାଏ।

ଉଚ୍ଚଜୁଆର ଏବଂ ନିମ୍ନ ଜୁଆର ମଧ୍ୟରେ ଉଚ୍ଚତାରେ ଯେଉଁ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖାଯାଏ ତାହାକୁ ଜୁଆରୀୟ ପରିସର (Tidal Range) କହନ୍ତି। ସାଧାରଣତଃ ଖୋଲା ସମୁଦ୍ରରେ ଏହି ଉଚ୍ଚତା 2 ଫୁଟ। ମାତ୍ର ଉପକୂଳବର୍ତ୍ତୀ ଅଞ୍ଚଳରେ ଏହା ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇ ଏହାର 3 – 4 ଗୁଣ ଉଚ୍ଚ ହୋଇଯାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଜୁଆରୀୟ ପରିସର (Tidal Range) ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚନ୍ଦ୍ର ଏବଂ ପୃଥିବୀର ଆପେକ୍ଷିକ ସ୍ଥିତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ସମୁଦ୍ରର ଜୁଆର ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ସମୟକୁ କମାଇଦିଏ। ମାତ୍ର ଏହା ପ୍ରତି ଶତାବ୍ଦୀରେ 0.001 ସେକେଣ୍ଡ, ଫଳରେ ଆମ ଉପରେ ଏହାର କିଛି ପ୍ରଭାବ ପଡ଼େନାହିଁ। ସମୁଦ୍ର ଉପକୂଳର କୌଣସି ସଠିକ୍ ସ୍ଥାନରେ ବ୍ୟାରେଜ୍ କରି ଜୁଆର ଶକ୍ତିରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍

ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇପାରେ। ଏଥିରେ ଜଳର ହେଡ୍‌କୁ ବହୁତ ଉଚ୍ଚ କରାଯାଏ। ଫଳରେ ଟରବାଇନ୍ ମଧ୍ୟରେ ଉଚ୍ଚ ହେଡ୍‌ରୁ ଜଳ ପ୍ରବେଶ କଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ।

ଜୁଆରୀୟ ବ୍ୟାରେଜ୍ (Tidal Barrage) –

ସମୁଦ୍ରରୁ ପୃଥିବୀକୁ ଯେତେ ଶକ୍ତି ଜୁଆର ଦ୍ୱାରା ଆସିଥାଏ ତାହାହେଲା 3×10^6 ମେଗାୱାଟ୍। ମାତ୍ର ଏହାମଧ୍ୟରୁ କେବଳ 10^6 ମେଗାୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉପମହାସାଗର ଏବଂ ନଦୀ ମୁହାଣରୁ (estuaries) ମିଳିଥାଏ। ତେଣୁ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ବସାଇବା ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନରେ ଜୁଆରୀୟ ପରିସର ଏବଂ ପୃଷ୍ଠତଳ (surface area) ଭଲ ହେବା ଦରକାର। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ବେସିନ୍‌ର ଲମ୍ବ ମଧ୍ୟ ଏକ ଦରକାରୀ ଅଙ୍ଗ। ଜୁଆରୀୟ ପରିସର ଭଲହେଲେ ଜଳର ହେଡ୍ ଭଲହୁଏ, ଫଳରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ବେଶୀ ହୋଇଥାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଏକ ବ୍ୟାରେଜ୍ ଥିବା ସ୍କିମ୍ ଅଳ୍ପ ଖର୍ଚ୍ଚରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାର ଡିଜାଇନ୍ ଅତି ସହଜ। ଏଥିରେ ଉଚ୍ଚ ଜୁଆର ସମୟରେ ଜଳ ସ୍ଲୁଇସ୍ ଦ୍ୱାର ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶକରିବା ଏବଂ ଭଟ୍ଟା ପଡ଼ିବା ସମୟରେ ଜଳ ଟରବାଇନ୍ ଦ୍ୱାରା ପାସ୍ କରିବା ଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରେ। ଏହି ସ୍କିମ୍‌ରେ ଉଭୟ (ଜୁଆର ଓ ଭଟ୍ଟା) ସମୟରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନର କ୍ଷମତା ଥାଏ।



ଏହି ସ୍କିମ୍ ଅନୁସାରେ 5 ଘଣ୍ଟା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଲେ ବେସିନ୍‌କୁ ଜଳରେ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିବା ପାଇଁ 6 – 7 ଘଣ୍ଟା ଲାଗେ। ଦୁଇପଥ, ଏକ ବେସିନ୍ ସ୍କିମ୍‌ରେ

ଅଧିକ **ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ** ହୋଇପାରେ। ଲିଙ୍କ୍-ବେସିନ୍ ସ୍କିମ୍‌ରେ ଅବିଚ୍ଛିନ ପାୱାର୍ ଉତ୍ପାଦନ ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଏଥିରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କ୍ଷମତା ଏକପଥ, ଏକ ବେସିନ୍ ସ୍କିମ୍ ଅପେକ୍ଷା ଅଧା ହୋଇଥାଏ।

ଅର୍ଥନୈତିକ ସମୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଯାଏ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ଅତି ଅର୍ଥବ୍ୟୟକାରୀ। କାରଣ ଏଗୁଡ଼ିକର ତିଆରି ସମୟରେ ପ୍ରଚୁର ଅର୍ଥ ବ୍ୟୟ ହୋଇଥାଏ। ଏଗୁଡ଼ିକ ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ ବାହାରୁ ମାଟି, ପଥର ଇତ୍ୟାଦି ଆଣିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ। ସମୁଦ୍ରର ବାଲୁକା ରାଶି ଉପରେ କୌଣସି ବ୍ୟାରେଜ୍ ତିଆରି କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୁଏନାହିଁ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ମିଲ୍ ବସାଇବା ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥାନରେ ସାମୁଦ୍ରିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦେଖାଯାଏ। ଏହା ସମୁଦ୍ରରେ ଜୁଆରର ଉଚ୍ଚତା କମ୍ ବେଶୀ କରିପାରେ। ମାତ୍ର ଜୁଆର ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ପରିବେଶକୁ ଆଦୌ ଦୂଷିତ କରେନାହିଁ।

ଭାରତବର୍ଷର ଭୌଗଳିକ ପରିସ୍ଥିତି ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଦ.ପୂର୍ବ ଏବଂ ଦ.ପଶ୍ଚିମ ଏବଂ ଦକ୍ଷିଣ ଦିଗରେ ସମୁଦ୍ର ଘେରି ରହିଛି। ତେଣୁ ଏତେ ବଡ଼ ଉପକୂଳ ଅଂଚଳର ସ୍ଥାନେ ସ୍ଥାନେ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ବସାଗଲେ ଶକ୍ତିର ଅଭାବ ରହିବ ନାହିଁ। ପ୍ରକୃତରେ ଜୁଆରୀୟ ମିଲ୍ ସ୍ଥାପନରେ ପ୍ରଥମେ ବେଶୀ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରଣାଳୀରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ କମ୍। ତେଣୁ ଏ ଦିଗରେ ସରକାର ଲମ୍ବା ଯୋଜନାମାନ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବା ଉଚିତ।

ତରଙ୍ଗ ଶକ୍ତି :

ଜଳ ଉପରେ ପବନର ଗତି ଯୋଗୁଁ ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ। ସମୁଦ୍ର ବକ୍ଷରେ ବାୟୁର ଗତି ଉତ୍ତାଳ ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରେ। ଝଡ଼ହେବା ସମୟରେ 20 ରୁ 25 ମିଟର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଜଳତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ। ଏହି ତରଙ୍ଗରୁ ପୃଥିବୀ ଉପରେ ନିଷ୍କାସିତ ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ମାନ 2.5×10^6 ମେଗାୱାଟ୍। ତରଙ୍ଗ ଶକ୍ତି ଅକ୍ଷୟ ଏବଂ ପବନ ଶକ୍ତି ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ପୁନଃଉତ୍ପାଦନକ୍ଷମ। ସାଧାରଣତଃ ସମୁଦ୍ର ମଝିରେ ତରଙ୍ଗର ଉଚ୍ଚତା ବେଶୀ ହୋଇଥାଏ। ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପହଞ୍ଚିବାକୁ ବହୁତ ଦୂର ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବା ଫଳରେ ତରଙ୍ଗ ଗୁଡ଼ିକର ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ପାଇବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟ କମିଯାଇଥାଏ। ତା'ଛଡ଼ା ସମୁଦ୍ରକୂଳରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ଜଳ ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି ହେବା ଫଳରେ ଉଭୟର ସମ୍ମିଶ୍ରଣ ଏକ ଜଟିଳ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟି କରେ। ଜଳତରଙ୍ଗର ପାୱାର୍ ବା ଶକ୍ତି ଉଚ୍ଚତା ସହିତ ବଢ଼ିଥାଏ। ପ୍ରକୃତରେ ଏହା ତରଙ୍ଗ ଉଚ୍ଚତାର ବର୍ଗଗୁଣ (square) ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ତରଙ୍ଗରୁ ମିଳୁଥିବା ଶକ୍ତି ପ୍ରତି ଘଣ୍ଟାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଥାଏ। ତା ଛଡ଼ା ଯେଉଁ ସମୟରେ ଅଧିକ

ଜୋର୍‌ରେ ପବନ ବହେ ଅର୍ଥାତ୍ ଗ୍ରୀଷ୍ମ ଏବଂ ବର୍ଷା କାଳରେ ବଡ଼ ବଡ଼ ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି ହେବା ଫଳରେ ସେଥିରୁ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ମିଳିପାରେ। ମାତ୍ର ତରଙ୍ଗମାନଙ୍କରୁ ଶକ୍ତି ବାହାର କରିବା କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର।

ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ତରଙ୍ଗରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବା ବିଶେଷ ଆଦୃତ ହୋଇନାହିଁ। କେବଳ ବ୍ରିଟେନ୍‌ରେ ଏଥିପାଇଁ 300 ବା ତା'ଠାରୁ ଅଧିକ ପେଟେଣ୍ଟ୍ ତିଆରି ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଡିଜାଇନ୍‌ର ଜଟିଳତା ଯୋଗୁଁ କୌଣସି ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ତିଆରି ହୋଇପାରିନାହିଁ। ଇଂଲଣ୍ଡରେ ଏଥିପାଇଁ ଛଅ ପ୍ରକାର ଡିଜାଇନ୍‌କୁ ବିଶେଷ ଦୃଷ୍ଟି ଦିଆଯାଉଛି। ସେହିପରି ନରୱେରେ ଏକ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଡିଜାଇନ୍‌ର ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ତିଆରି କରିବାର ଯୋଜନା ରହିଛି। ତେବେ ସେ ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି, ତରଙ୍ଗରୁ ଶକ୍ତି ବାହାର କରିବା ପାଇଁ ଦୁଇ ପ୍ରକାର କନ୍‌ଭାର୍ଟର (converter) ବା ବଦଳକାରୀ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର କନ୍‌ଭାର୍ଟରକୁ (Terminator) କହନ୍ତି। ଏଗୁଡ଼ିକ ସମୁଦ୍ର ଉପରେ ଏପରି ଭାବେ ରଖାଯାଇଥାଏ ଯେ ସମୁଦ୍ରର ତରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକ ଏଠାରେ ନିଜ ନିଜ ଶକ୍ତି ପ୍ରଦାନ କରି ଦୁର୍ବଳ ହୋଇପଡ଼ନ୍ତି ଏବଂ ସେଠାରେ ନିଃଶେଷ ହୋଇପଡ଼ନ୍ତି। ସେହିପରି ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର କନ୍‌ଭାର୍ଟରକୁ ଏଟେନୁଏଟର୍ (attenuator) ବା କ୍ଷୀଣକାରୀ କହନ୍ତି। ଏହା ତରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକୁ 90^0 କୋଣ କରି ରଖିଥାଏ ଏବଂ ତରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକ ଏହା ମଧ୍ୟଦେଇ ଯିବା ସମୟରେ ଏହି କ୍ଷୀଣକାରୀ ସେଥିରୁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିଥାଏ। ଯଦି କନ୍‌ଭାର୍ଟରଗୁଡ଼ିକ ଭଲଭାବେ କାମ କରିବାକୁ ଚାହାନ୍ତି ଏବଂ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିବାକୁ ଚାହାନ୍ତି ତା'ହେଲେ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଗୁଣ ଏଥିରେ ରହିବା ଦରକାର। ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :

(କ) ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ତରଙ୍ଗ— ଯଥା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଉଚ୍ଚତା, ଆବୃତ୍ତି ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରୁ ଆସୁଥିବା ତରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକୁ ଶୀଘ୍ର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ବା ବୈଦ୍ୟୁତିକ ତରଙ୍ଗରେ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବା।

(ଖ) ହଠାତ୍ ବଡ଼ ବଡ଼ ତରଙ୍ଗର ଚାପକୁ ସହ୍ୟ କରି ଧରି ରଖିବାର କ୍ଷମତା।

(ଗ) 20 – 30 ବର୍ଷ ପାଇଁ ତରଙ୍ଗରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବା କ୍ଷମତା।

ଉତ୍ତର ଆଣ୍ଟଲାଣ୍ଟିକ୍ ସମୁଦ୍ରରେ ବର୍ଷକୁ 20 – 30 ଲକ୍ଷ ତରଙ୍ଗ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। ଏତେ ତରଙ୍ଗରୁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ଲାଣ୍ଟଟି ଅତ୍ୟନ୍ତ ବଡ଼ହେବା ଦରକାର। ତା'ଛଡ଼ା କନଭାର୍ଟରର ଦକ୍ଷତା ମଧ୍ୟ ଭଲ ହେବା ଦରକାର। ତାହାନହେଲେ ଏଥିରୁ ବାହାରୁଥିବା ଶକ୍ତି ଅର୍ଥନୈତିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ସୁଲଭ ନୁହେଁ। ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ଡିଜାଇନ୍ ହୋଇଥିବା କନ୍‌ଭାର୍ଟର ସ୍କଟଲାଣ୍ଡର ଉତ୍ତର ପଶ୍ଚିମ ସମୁଦ୍ରରେ ରଖାଗଲେ ଏହା

ପାଖରେ ପହଞ୍ଚୁଥିବା ତରଙ୍ଗର ଅର୍ଦ୍ଧେକ ଶକ୍ତିକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରେ। ତା'ଛଡ଼ା ଏହି ଶକ୍ତି ପରିବହନକାରୀ କେବୁଲ୍‌ରେ କେତେକାଂଶରେ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଏ। ତରଙ୍ଗରୁ ଶକ୍ତି ଗବେଷଣା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଇଂଲଣ୍ଡ ଆଜି ସମଗ୍ର ବିଶ୍ୱରେ ଶ୍ରେଷ୍ଠ ଭାବେ ପରିଗଣିତ। ଏଠାରେ 1975 ମସିହାରୁ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିଶେଷ ପଦକ୍ଷେପ ନିଆଯାଇଛି। ଏହାର ଭୌଗଳିକ ପରିସ୍ଥିତି ଦୃଷ୍ଟିରୁ ତରଙ୍ଗରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଶକ୍ତି ବହୁଳ ଭାବେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ। ଏହା ବ୍ୟତୀତ ଜାପାନ, ଆୟର୍ଲାଣ୍ଡ, କାନାଡ଼ା, ନରୱେ, ସ୍ୱିଡ଼େନ୍ ଇତ୍ୟାଦି ରାଷ୍ଟ୍ର ଏ ଦିଗରେ ବିଭିନ୍ନ ପଦକ୍ଷେପମାନ ନେଇଛନ୍ତି। ବ୍ରିଟେନ୍‌ରେ 1980 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା 57 ଲକ୍ଷ ପାଉଣ୍ଡ ଖର୍ଚ୍ଚ କରିବାର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଥିଲା। ଭାରତରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ତରଙ୍ଗରୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ପାଇଁ କୌଣସି ଯୋଜନା ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇନାହିଁ।

—

ଅଷ୍ଟମ ଅଧ୍ୟାୟ

ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ବା ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି

ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ବା ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତି ହେଲେ ହେଁ, ସର୍ବତୋଭାବେ ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତି ନୁହେଁ। ମାତ୍ର ଶକ୍ତି ସଂକଟର ପ୍ରକୃତ ବିକଳ୍ପ ସମାଧାନ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ଏହି ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ହିଁ ଏକମାତ୍ର ପନ୍ଥା। 1942 ମସିହା ଅଗଷ୍ଟ ମାସ ୫ ତାରିଖରେ ଜାପାନର ହିରୋସୀମା ଏବଂ ନାଗାସାକୀ ସହର ପରମାଣୁ ବୋମା ଦ୍ୱାରା ଯେପରି ଧ୍ୱଂସହେଲା, ତାହା ପରମାଣୁ ଶକ୍ତିର ବର୍ବରତା ପ୍ରମାଣ କରିଥିଲା। ସମଗ୍ର ବିଶ୍ୱବାସୀ ସ୍ତବ୍ଧ ହୋଇଥିଲେ। ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତିର ସଦୁପଯୋଗ ବିଷୟରେ ସନ୍ଦିହାନ ହୋଇପଡ଼ିଥିଲେ। ତା'ପର ଠାରୁ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ମଣିଷ ସମାଜର ଅପକାର ନକରି କିପରି ଉପକାର କରିପାରିବ ତାହା ଗବେଷଣାର ବିଷୟ ହୋଇଥିଲା। ଫଳରେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତିର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଉପଯୋଗ ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଲା। ସେହିଭଳି ରୁଷର ଚେର୍ନୋବିଲ୍ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ଦୁର୍ଘଟଣା ଘଟିବା ପରେ ସମଗ୍ର ବିଶ୍ୱରେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତିର ବିନିଯୋଗ ବିଷୟରେ ପୁନଃ ସନ୍ଦେହ ଦେଖାଦେଇଛି। ଫଳରେ କେତେକ ରାଷ୍ଟ୍ର ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମରେ ଧିମେଇ ଯାଇଥିବାସ୍ଥଳେ ଅନ୍ୟ କେତେକ ଦେଶ ଏଥିରେ ଆଗେଇ ଚାଲିଛନ୍ତି।

ପ୍ରକୃତରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ପାୱାର୍ ବା ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି କହିଲେ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ବନ୍ଦଥିବା ଶକ୍ତିକୁ ବାହାରକୁ ଆଣି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ ବୁଝାଏ। ଏହା କେବଳ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ବିଭାଜନ ବା ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ମାଧ୍ୟମରେ ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ। ଆଜିକାଲିର ସମସ୍ତ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ଏହି ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଉତ୍ତାପ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହି ଉତ୍ତାପରୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ। ଗୋଟାଏ ବୃହତ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌କୁ ଭଙ୍ଗ କରିବା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ମିଳିଥାଏ। କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ସଂଯୋଜନ ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ। ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରୁ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗମନ ପ୍ରଣାଳୀ ଜାଣିବା ପୂର୍ବରୁ ଅଣୁର ଗଠନ ଏବଂ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ଗୁଣ ଜାଣିବା ଉଚିତ୍ ହେବ।

ଅଣୁର ଗଠନ ଏବଂ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ଧର୍ମ :

ଅଣୁ କହିଲେ ଏକ ଛୋଟ, ବସ୍ତୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଏବଂ ଧନରାଶିଯୁକ୍ତ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌କୁ ବୁଝାଏ। ଏହି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଚାରିପଟେ ଋଣରାଶିଯୁକ୍ତ ହାଲୁକା ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଘୂରିବୁଲୁଥାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଏହି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ମାନେ ପଦାର୍ଥର ଭୌତିକ ଏବଂ ରାସାୟନିକ ଧର୍ମକୁ ପରିପ୍ରକାଶ କରିଥାନ୍ତି। ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ କେବଳ ଅଣୁରେ କେତେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ରହିବ ଏବଂ ଏହାର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଠିକ୍ କରିଥାଏ।

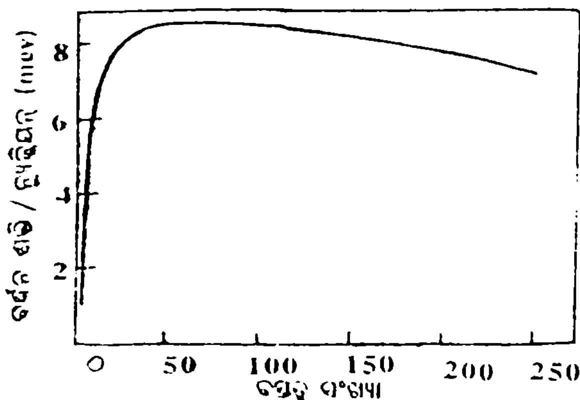
ଅପରପକ୍ଷେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଧନରାଶିଯୁକ୍ତ କଣିକା ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ନିଉଟ୍ରାଲ୍ ନିଉଟ୍ରନ୍‌କୁ ନେଇ ଗଠିତ। ଏହି ନିଉଟ୍ରନ୍‌ମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (mass) ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅପେକ୍ଷା ଅଳ୍ପ ବେଶୀ। ଏଗୁଡ଼ିକୁ 'ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟନ୍' କୁହାଯାଏ। ଏହି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟନ୍‌ମାନେ ଯେଉଁ କ୍ଷୁଦ୍ର ପରିସର (Short range) ବଳ ଦ୍ୱାରା ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି, ତାହାହେଲା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ବଳ।

ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ଏକ ସମୟରେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ପ୍ରୋଟନ୍ ରହିପାରନ୍ତି, କିନ୍ତୁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। ତେଣୁ ଏହି ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଏକାଭଳି ମନେହୁଏ। ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସମସ୍ଥାନିକ ବା ଆଇସୋଟୋପ୍ (Isotope) କହନ୍ତି। ଅର୍ଥାତ୍ ସେମାନଙ୍କର ପାରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା (Atomic number) ସମାନ। ମାତ୍ର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ଗଠନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥିବା ହେତୁ ଏଗୁଡ଼ିକର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଧର୍ମ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। ପରମାଣୁର ପାରମାଣବିକ ଓଜନ (Atomic Weight) କହିଲେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଭିତରେ ଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଏବଂ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ଓଜନକୁ ବୁଝାଏ। ସେହିପରି ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Atomic Mass) କହିଲେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଏବଂ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ମିଳିତ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ବୁଝାଏ। କାର୍ବନ୍‌ର ଆଇସୋଟୋପ୍‌କୁ ସାଧାରଣତଃ C^{12}, $C_6{}^{12}$, ^{12}C or $_6C^{12}$ ଲେଖାଯାଏ। ବିଶେଷକରି C^{12}, ବା $_6C^{12}$ ବ୍ୟବହାର ସମୟରେ ଲେଖାଯାଇଥାଏ। କୌଣସି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ସ୍ଥାୟୀ (stable) ହେବା ପାଇଁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଏବଂ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ଅନୁପାତ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ରହିବା ଦରକାର। ମାତ୍ର ଯଦି ଏହି ଅନୁପାତ ବହୁତ ବେଶୀ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ଟି ରେଡ଼ିଓ ଏକ୍‌ଟିଭ ବା ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଓ ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ଅନୁପାତ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ମଧ୍ୟକୁ ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା କମିଚାଲେ। ଏହା ଧନରାଶିଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ବଢ଼ିଲେ କିମ୍ବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା କମିଗଲେ ହୋଇପାରେ। ଅପରପକ୍ଷେ ଯଦି ଏହି ଅନୁପାତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନୁପାତ ଅପେକ୍ଷା କମ୍ ହୁଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରୋଟନ୍ ସଂଖ୍ୟା ବେଶୀ, ଥାଏ ତା'ହେଲେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ସ୍ଥିରତା ପାଇଁ ଧନରାଶିଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ହରାଇବାକୁ ପଡ଼େ। ଏହି ଅନୁପାତ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ନୁହେଁ। ପାରମାଣବିକ ସଂଖ୍ୟା (Atomic Number) ବଢ଼ିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ବେଶୀ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଦରକାର କରେ,

କାରଣ ଅନୁପାତକୁ ସମାନ ରଖିବାକୁ ପଡ଼ିବ। ଯଦି କେହି ଗୋଟିଏ କମ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଥିବା ବଡ଼ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ତିଆରି କରିବାକୁ ଚାହେଁ ତା'ହେଲେ ପ୍ରୋଟନ୍‌ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବିକର୍ଷିତ ବଳ ବହୁତ ଅଧିକ ହୋଇପଡ଼େ। ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ନଥିବା ବା ଅଳ୍ପଥିବା ଅର୍ଥ ବେଶୀ ବେଶୀ ପ୍ରୋଟନ୍ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୁଅନ୍ତି। ତେଣୁ ବିକର୍ଷଣ ଧର୍ମୀ ବଳ ବଢ଼ିଯାଏ। ମାତ୍ର ଯଦି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ ତା'ହେଲେ ବିକର୍ଷଣାତ୍ମକ ବଳ କମିଯାଏ ଏବଂ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍, ପ୍ରୋଟନ୍‌ର ଅନୁପାତ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ରହେ। ତେବେ ଏଠାରେ ପ୍ରଶ୍ନଉଠେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା କାହିଁକି ଅଧିକ ହୁଏନାହିଁ, ଏହା ଏକ ଜଟିଳ ସମସ୍ୟା ସୃଷ୍ଟିକରେ। ତେବେ ଏଠାରେ ଏତିକି କହିଲେ ଯଥେଷ୍ଟ ହେବ ଯେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ସର୍ବଦା ନିମ୍ନତମ ଶକ୍ତି ବିନ୍ୟାସ (Minimum Energy Configuration) ରେ ରହିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକରେ ଏବଂ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଭିତରେ ପ୍ରୋଟନ୍ ଓ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ମଧ୍ୟରେ ଶକ୍ତି ବିତରଣ ହୋଇଥାଏ। ଯଦି କିଛି ଅଧିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ରହେ ତା'ହେଲେ ଏହା ଧ୍ୱଂସ ହୋଇ ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ହୋଇଥାଏ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଏହି ଧ୍ୱଂସ ପ୍ରଣାଳୀରେ ବିଟା (Beta) କଣିକା ନିର୍ଗତ ହୁଏ। ଅର୍ଥାତ୍

$$n = p + e + \beta \text{ ।}$$

n = ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍, p = ପ୍ରୋଟନ୍ e = ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଏବଂ β = ବିଟା କଣିକା। ମାତ୍ର ଦେଖାଯାଇଛି ପ୍ରୋଟନ୍ ସଂଖ୍ୟା ବଢ଼ିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଶୀଘ୍ର ବଢ଼ିଥାଏ। ଶେଷରେ ଏପରି ଏକ ଅବସ୍ଥା ଆସେ ଯେତେବେଳେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଆଉ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିପାରେନା। ଏହା ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରୋଟନ୍ ସଂଖ୍ୟା ୪୦ରୁ ବେଶୀ ହେଲେ ହୋଇଥାଏ।

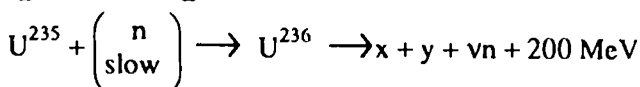


ଏକାଧିକ ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ମିଶି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି (Binding Energy) ଉତ୍ପନ୍ନ କରନ୍ତି। ଗୋଟିଏ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ବା ପ୍ରୋଟନ୍‌କୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରୁ ବାହାରକରି

ଆଣିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ଶକ୍ତି ଦରକାର ହୁଏ ତାହାକୁ ବନ୍ଧନଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ। ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟାଏ **କଣିକା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍** ସହିତ ଯେତେ ଶକ୍ତ ଭାବେ ବନ୍ଧାହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ ସେଥିରୁ ବାହାର କରିବା ପାଇଁ ସେତେ ବେଶୀ ବଳ ବା ଶକ୍ତି ଦରକାର ହୁଏ। ଦେଖାଯାଏ ହାଲୁକା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଗୁଡ଼ିକରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟନ୍‌ର ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି କମ୍ ଥିବାବେଳେ ଭାରୀ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ଏହା ବହୁତ ବେଶୀ। କିନ୍ତୁ ଏହି ଦୁଇଟିର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ କେତେକ ପାରମାଣବିକ ନମ୍ବର ପାଇଁ ବନ୍ଧନଶକ୍ତି ସବୁଠାରୁ ବେଶୀ। ତେଣୁ ଯଦି ଦୁଇଟି ହାଲୁକା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ସଂଯୋଗ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତୃତୀୟ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପୂର୍ବ ଦୁଇ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ସମ୍ମିଳିତ ବସ୍ତୁତ୍ୱଠାରୁ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ବାକୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ। ସେହିପରି ଯଦି ଭାରୀ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ବିଭାଜିତ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ବିଭାଜିତ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ମାନ ପ୍ରକୃତ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱଠାରୁ କମ୍ ହୁଏ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀରେ କିଛି ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ସଂଯୋଜନ (fusion) ଏବଂ ବିଭାଜନ (fission) ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ପ୍ରଭୂତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ।

ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା :

ଜର୍ମାନ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଅଟୋହାନ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବାହାର କରିଥିଲେ। ଏହା ଦ୍ୱିତୀୟ ବିଶ୍ୱଯୁଦ୍ଧ ସମୟରେ ବିଶେଷ ରୂପନେଲା। 1939 ମସିହାରେ ହାନ୍ ଏବଂ ଷ୍ଟାସ୍‌ମେନ୍ ୟୁରାନିୟମ୍‌ର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌କୁ ନିଉଟ୍ରନ୍ ସହିତ ସଂଘର୍ଷ ଘଟାଇ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ହାଲୁକା ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥମାନ ସୃଷ୍ଟିକରିପାରିଲେ। ସେହି ବର୍ଷ ମାଇଟ୍‌ନାର ଏବଂ ଫ୍ରିସ୍ ୟୁରାନିୟମ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ନିଉଟ୍ରନ୍ ଶୋଷଣ କରିବା ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ତେଜିତ ହୋଇ ଦୁଇଟି ସମାନ ଭାଗରେ ବିଭାଜିତ ହୁଏ ବୋଲି ଦର୍ଶାଇଥିଲେ। ବୋହର୍ ଏବଂ ହୁଇଲର୍ ଏହି ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ନୂତନ ତଥ୍ୟ ଦେଇଥିଲେ। ତାଙ୍କ ମତ ଅନୁସାରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଟୋପା ଭଳି କାମ କରେ। ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଏହା ବିଭାଜିତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏଥିରୁ ବହୁତ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ମଡ଼େଲ୍ U^{235} ଏବଂ P_u^{239} ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ଅସ୍ଥିରତା ତଥା U^{238} ର ସ୍ଥିରତାକୁ ଠିକ୍‌ଭାବେ ବୁଝାଇପାରିଲା। ୟୁରାନିୟମ୍‌ର ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା।



$$U^{235} + \left(\begin{matrix} n \\ \text{slow} \end{matrix} \right) \longrightarrow U^{236} \longrightarrow x + y + \nu n + 200\ \text{MeV}$$

x, y – ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ବିଭାଜିତ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍, ν – ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ହାରାହାରି ସଂଖ୍ୟା। ମନ୍ଥର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପାଇଁ ଏହା 2.47।

ଗୋଟିଏ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ବୋମା (Nuclear Bomb) ମଧ୍ୟରେ ଅନେକ ଏହି ପ୍ରକାର ବିଭାଜନକାରୀ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ। ଏହି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକ ପୁନଃ ପୁନଃ ୟୁରାନିୟମ୍ ବା ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍‌ର ମୌଳିକ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ବାଡ଼େଇ ହେବା ଫଳରେ ଗୋଟିଏ ଚେନ୍ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ, ଫଳରେ ବୋମାର ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟିଥାଏ। ମାତ୍ର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଏକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ଏପରି ସବୁ ପଦକ୍ଷେପ ନିଆଯାଇଥାଏ ଯାହା ଫଳରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଅଧିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ କରି ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ଦେଇଥାଏ। ସେଥିପାଇଁ ଚେନ୍ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟିବା ପାଇଁ ଅବସ୍ଥା ସୃଷ୍ଟି କରିବାକୁ ହେଲେ v ର ମୂଲ୍ୟ ଏକରୁ ଅଧିକ ହେବା ଦରକାର। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ୟୁରାନିୟମ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟ ଯଥେଷ୍ଟ ହେବା ଦରକାର ଯାହାଫଳରେ ଆଉ ବେଶୀ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ବାହାରକୁ ଆସି ପାରିବେ ନାହିଁ। ସେଥିପାଇଁ କୌଣସି ବୋମା ବା ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବାକୁ ହେଲେ ଏହି କ୍ରାନ୍ତିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Critical Mass) ରହିବା ଦରକାର।

ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଏକ୍ଟର :

ୟୁରାନିୟମ୍‌ର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଭାଜନରେ U^{235} ରୁ 200 MeV ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ। 1 MeV $= 1.6 \times 10^{-13}$ Joules $= 1.6 \times 10^{-13}$ ୱାଟ୍ ସେକେଣ୍ଡ। ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଭାଜନରେ 3.2×10^{-11} ୱାଟ୍ ସେକେଣ୍ଡ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ଏବଂ ଯଦି ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ 3.1×10^{10} ବିଭାଜନ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ଏକ ୱାଟ୍ ପାୱାର୍ ମିଳିଥାଏ। ତେଣୁ ଏକ କିଲୋଗ୍ରାମ୍ U^{235} 24 ଘଣ୍ଟା ସମୟ ମଧ୍ୟରେ 1000 ମେଗାୱାଟ୍ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରେ। ଏହି ସମସ୍ତ ଉତ୍ତାପ ଯଦି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ କରାନଯାଇ 30% କରାଯାଏ ତା'ହେଲ 300 ମେଗାୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଦିନକରେ ମିଳିଥାଏ। ଏହା କୌଣସି ଏକ ବଡ଼ ତାପଜ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ଦୈନିକ 2500 ଟନ୍ କୋଇଲା ଜଳୁଥିଲେ ଯେତିକି ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରେ ତାହା ସହିତ ସମାନ। ଅର୍ଥାତ୍ ଏକ କିଲୋଗ୍ରାମ୍ U^{235} 2500 ଟନ୍ କୋଇଲାର ଶକ୍ତି ସହ ସମାନ। ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତିର ଉପଯୋଗ ସମୟରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଏହା ଭାବି ଖୁସି ହୋଇଥିଲେ। ମାତ୍ର ପ୍ରକୃତରେ ଅବସ୍ଥାଟି ଭିନ୍ନ। କାରଣ U^{235}, U^{238} ର ଏକ ଆଇସୋଟୋପ୍ ଏବଂ ପ୍ରକୃତିରେ U^{235} ଖୁବ୍ କମ୍ ମିଳେ। ପ୍ରାୟ 0.7% ପ୍ରାକୃତିକ ୟୁରାନିୟମ୍‌ରୁ U^{235} ମିଳିଥାଏ। U^{235} ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ଖୁବ୍ କମ୍। ତେଣୁ ଅର୍ଥନୈତିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ U^{235} ବ୍ୟବହାର ସମ୍ଭବପର ନୁହେଁ। ସେଥିପାଇଁ ସମୃଦ୍ଧକରାଯାଇଥିବା (enriched) ୟୁରାନିୟମ୍ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ। ତେଣୁ ରିଆକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ଧୀର ମନ୍ଥର କରିପାରିଲେ U^{238} ସହିତ

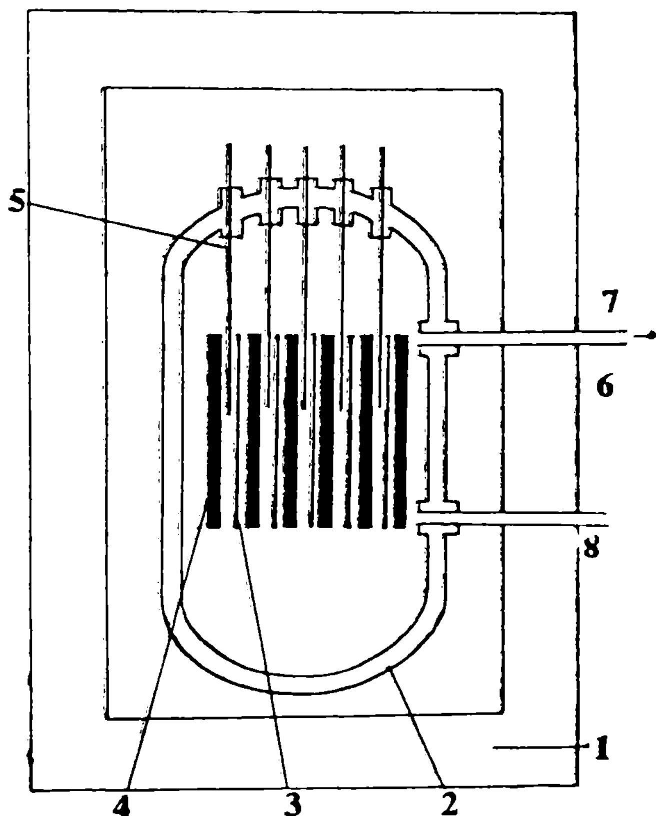
ଅନାବଶ୍ୟକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବନ୍ଦ ହୋଇପାରେ। ତେଣୁ ରିଆକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ମଡ଼ରେଟର୍ (moderator) ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ।

ମଡ଼ରେଟର୍ ବା ବିମନ୍ଦକ ଦ୍ୱାରା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତି ତଥା ବେଗକୁ କମାଇ ଦିଆଯାଇପାରେ। ଏହା ଏପରି ଏକ ବସ୍ତୁ ଯାହାଦ୍ୱାରା ୟୁରାନିୟମ୍ ବାହାରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ବେଗ 2200 ମିଟର / ସେକେଣ୍ଡକୁ କମାଇଦିଆଯାଇପାରେ ଏବଂ ଏହା ସବୁଠାରୁ ବେଶୀ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଶୋଷଣ କରିପାରେ। ଅର୍ଥାତ୍ ମଡ଼ରେଟର୍‌ର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ଅତି ହାଲୁକା ହେବା ଦରକାର। ଯଦି ଏହା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହିତ ସମାନ ହୋଇପାରେ ତା'ହେଲେ ଅତି ଭଲ। ତେଣୁ ଜଳ ଏକ ଆଦର୍ଶ ମଡ଼ରେଟର୍ ହୋଇପାରେ। ମାତ୍ର ଜଳ ଉଦ୍‌ଜାନ ଏବଂ ଅମ୍ଳଜାନର ସମଷ୍ଟି ଅଟେ। ଉଦ୍‌ଜାନ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌କୁ ଶୋଷଣ କରିନେଇପାରେ। ତେଣୁ ସାଧାରଣ ଜଳ ବିମନ୍ଦକ ହୋଇପାରେନାହିଁ। ମାତ୍ର ଭାରୀଜଳ ବା (Heavy Water) ଯେଉଁଥିରେ ଉଦ୍‌ଜାନର ଏକ ଆଇସୋଟୋପ୍ ଡ଼ିଏଟରିୟମ୍ (deuterium) ଥାଏ ତାହା ମଡ଼ରେଟର୍ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। କାରଣ ଏଥିରେ ଥିବା ଉଦ୍‌ଜାନ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଶୋଷଣ କରି ଡ଼ିଏଟରିୟମ୍ ହୋଇଥାଏ। ଏହାପରେ ଆଉ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଶୋଷଣ କରିପାରେନାହିଁ। ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ କାର୍ବନ୍ ମଧ୍ୟ ମଡ଼ରେଟର୍ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଭାରତର ସମସ୍ତ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ଭାରୀଜଳ ବିମନ୍ଦକ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ।

ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ବିଭାଜନ ପାଇଁ ଯେତେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ତା ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ମିଳିଥାଏ। ସେଥିପାଇଁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଏକ୍ଟର୍ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରୁ ତିଆରି ହୋଇପାରେ। ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଏକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ଆୟବ୍ୟୟର ଏକ ଠିକ୍ ହିସାବ ରଖାଯାଇପାରେ। କାରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭର ପ୍ରଥମ ପିଢ଼ୀରେ ଯେତେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ଦ୍ୱିତୀୟ ପିଢ଼ୀରେ ତା ଅପେକ୍ଷା ବେଶୀ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ। ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ମନେକର ଥର୍ମାଲ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିଭାଜନରେ 'n' ସଂଖ୍ୟକ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ (fast) ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ। (ଯେଉଁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ବେଗ କମ୍‌ଥାଏ ତାହାକୁ ଥର୍ମାଲ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ କୁହାଯାଏ)। ଏହି n ସଂଖ୍ୟକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପୁଣି ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି। ଏଥିରେ 'ε' ବିଭାଜନ ଅଂଶୀକରଣ (fission fraction) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ। ତେଣୁ ଯଦି 'nε' ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ରୁ 'p' ଭାଗ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ବାହାରି U^{238} ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ, ଏଥିରୁ ପୁଣି 'f' ଭାଗ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ରିଏକ୍ଟରର ଗଠନାତ୍ମକ ପଦାର୍ଥ (Structural material) ଦ୍ୱାରା ବା ମଡ଼ରେଟର୍ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ। ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କ୍ଷୟକ୍ଷତି ମଧ୍ୟ ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର କୋର୍ (Core) ଯଦି ବେଶ୍ ବୃହତ୍ ହୋଇଥାଏ ତା'ହେଲେ ଏହି କ୍ଷୟ କମ୍ ହୁଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ଛାଡ଼ିଦିଆଯାଇପାରେ। ତେଣୁ

ପ୍ରକୃତରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର୍ମାଲ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ବିଖଣ୍ଡନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟି କରିବା ସମୟରେ 'k' ସଂଖ୍ୟକ ଥର୍ମାଲ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସୃଷ୍ଟିକରିଥାଏ — $k = n\epsilon pf$ ।

ଏହାକୁ 'Four Factor' ଫର୍ମୁଲା କୁହାଯାଏ । ଏହା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଆକ୍ଟର୍ ତିଆରି କରିବାରେ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଟେ । ଏହା ପ୍ରାକୃତିକ ୟୁରାନିୟମ୍ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ରିଏକ୍ଟର୍ ପାଇଁ $n = 1.33$, $\epsilon = 1.02$, $p = 0.9$, $f = 0.9$ ହେବା ଫଳରେ $k = 1.1$ ହୁଏ ।

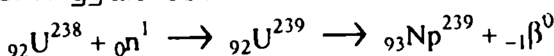


(1) ସିଲଡିଂ, (2) ଚାପଜନିତ ପାତ୍ର, (3) ଫୁଏଲ୍, (4) ମଡ଼ରେଟର୍, (5) କଣ୍ଟ୍ରୋଲରଡ୍, (6) ଶୀତଳକାରୀ ପଦାର୍ଥ, (7) ବହିର୍ଗମନ ମାର୍ଗ, (୪) ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶ ମାର୍ଗ ।

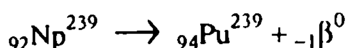
ଯେତେବେଳେ ରିଏକ୍ଟର୍ ଚାଲୁଥାଏ ଥର୍ମାଲ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ଧୀରେ ଧୀରେ ବଢ଼ିବାକୁ ଲାଗେ । ତେଣୁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ସ୍ଥିର ରହିବାକୁ $k = 1$ କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ତା'ନହେଲେ ବିଭାଜନ ସଂଖ୍ୟା ବଢ଼ିଚାଲେ, ଶକ୍ତି ବଢ଼ିଚାଲେ ଏବଂ

ଶେଷରେ ରିଏକ୍ଟର୍ କୋର୍‌ଟି ତରଳିଯାଏ । ତେଣୁ ଥର୍ମାଲ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ସଂଖ୍ୟା ସ୍ଥିର ରଖିବାକୁ 'କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ରଡ୍' ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ କାଡ଼ମିୟମ୍ (Cadmium) ବା ବୋରନ୍ (Boron) ମୌଳିକ ବସ୍ତୁରୁ ତିଆରି ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକ ଥର୍ମାଲ୍ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଶୋଷଣ କରିପାରନ୍ତି । ତେଣୁ ଅଧିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌କୁ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ରଡ୍ ଶୋଷଣ କରିନେବା ଦ୍ୱାରା k=1 ରହିପାରେ ।

ପୃଥିବୀରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ରିଏକ୍ଟର୍ ତିଆରି ହୋଇଛି । ପ୍ରାକୃତିକ ୟୁରାନିୟମ୍ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ଭାରୀଜଳ ବା ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ମଡ଼ରେଟର୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ହାଲୁକା ଜଳ ବା ସାଧାରଣ ଜଳ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ସମୃଦ୍ଧ ୟୁରାନିୟମ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । କାରଣ ଏହି ୟୁରାନିୟମ୍‌ରୁ ଅଧିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ନିର୍ଗତ ହେଉଥିବାରୁ ସାଧାରଣ ଜଳରେ ଶୋଷିତ ହେବାପରେ ମଧ୍ୟ ରିଏକ୍ଟର୍ ଚାଲିବା ପାଇଁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ମିଳିଥାଏ । ପ୍ରକ୍ରିୟାଟି ହେଲା –



$$_{92}U^{238} + {}_0n^1 \longrightarrow {}_{92}U^{239} \longrightarrow {}_{93}Np^{239} + {}_{-1}\beta^0$$



$$_{92}Np^{239} \longrightarrow {}_{94}Pu^{239} + {}_{-1}\beta^0$$

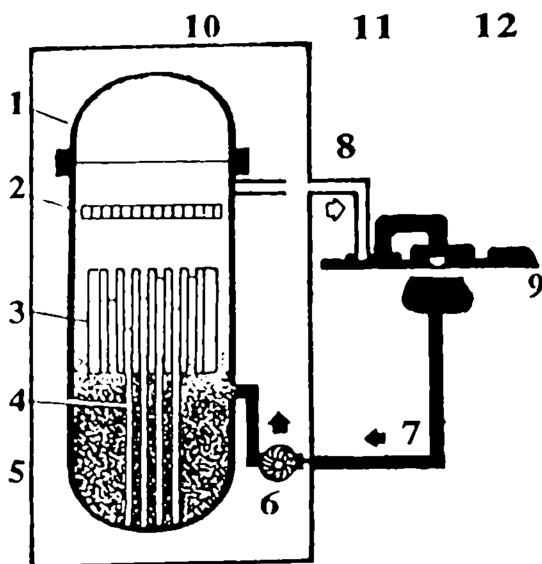
ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍‌ର ଏକ ଆଇସୋଟୋପ୍ P_u^{239} ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ଆଇସୋଟୋପ୍‌ଟିର ଧୀର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ବିଭାଜନ ହୋଇପାରେ । ତେଣୁ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ପ୍ରାକୃତିକ ୟୁରାନିୟମ୍‌ର ବ୍ୟବହାର ସମୟରେ ଅବ୍ୟବହୃତ U^{238} ରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ଇନ୍ଧନ P_u^{239} ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହା ବ୍ରିଡ଼ର୍ ରିଏକ୍ଟର୍‌ର (Breeder Reactor) ଆଧାର ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏଥିରେ ଯେତେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଇନ୍ଧନ ଖର୍ଚ୍ଚ ହୁଏ ତା ଅପେକ୍ଷା ବେଶୀ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

1956 ମସିହାରେ ଇଂଲଣ୍ଡର କାଲଡ଼ାରହଲ୍ ଠାରେ ପ୍ରଥମ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଏକ୍ଟର୍ ବସାଯାଇଥିଲା । ଏହାର କ୍ଷମତା 50 ମେଗାୱାଟ୍ ଥିଲା । ଏହାପର ଠାରୁ ବିଭିନ୍ନ ଦେଶରେ ଅନେକ ରିଏକ୍ଟର୍‌ମାନ ବସିଛି । ଭାରତ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନରେ ମଧ୍ୟ ବହୁଦୂର ଉନ୍ନତି କରିପାରିଛି ।

ଶସ୍ତାରେ ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇବା ଯଦି କୌଣସି ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନର ଲକ୍ଷ୍ୟ ହୁଏ ତା'ହେଲେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ସବୁଠାରୁ ଶସ୍ତାରେ ମିଳିପାରେ । ଯଦି ପରିପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଦୂଷିତ ନକରିବା ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ ପଦକ୍ଷେପ ନିଆଯାଏ ତା'ହେଲେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ମାନବଜାତିକୁ ଶକ୍ତି ସଂକଟରୁ ବଂଚାଇ ପାରିବ । ଯେଉଁ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ହିରୋସୀମା ଏବଂ ନାଗାସାକୀକୁ ଧ୍ୱଂସ କରିଥିଲା, ତାହା ଯେ ଆଜି ମାନବ ଜାତିର ଶ୍ରେୟ ଏହା ଚିନ୍ତା କଲେ ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟ ଲାଗେ ।

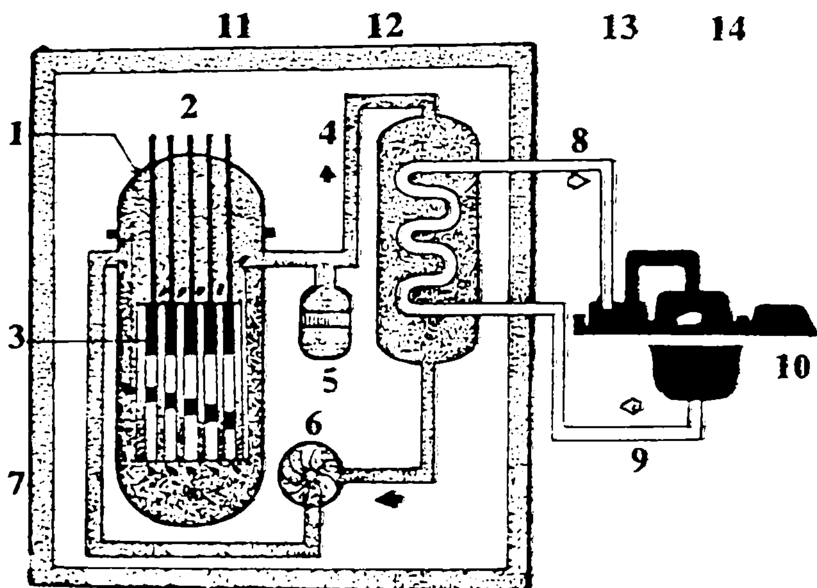
ରିଏକ୍ଟରର ପ୍ରକାରଭେଦ :

ଆଜିକାଲି ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇପ୍ରକାର ରିଏକ୍ଟର୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତି ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥାଏ। ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା Light Water ବା ହାଲୁକାଜଳ ରିଏକ୍ଟର୍ ଏବଂ Heavy Water ବା ଭାରୀଜଳ ରିଏକ୍ଟର୍। ଅର୍ଥାତ୍ ରିଏକ୍ଟରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ମଡ଼ରେଟର୍ ଅନୁଯାୟୀ ନାମକରଣ ହୋଇଥାଏ। Light Water Reactor (LWR) ଆମେରିକା, ବ୍ରିଟେନ୍ ଏବଂ କାନାଡ଼ାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ପୁଣି LWR ଦୁଇଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ। ସ୍ଫୁଟନ ଜଳ ରିଏକ୍ଟର୍ Boiling Water Reactor (BWR) ଏବଂ ଜଳଚାପ ରିଏକ୍ଟର୍ Pressurised Water Reactor (PWR)। BWR ରେ ଥଣ୍ଡାପାଣି ରିଏକ୍ଟରର କୋର୍ ମଧ୍ୟରେ ଗରମ ହୋଇ ବାଷ୍ପ ସୃଷ୍ଟି କରେ ଏବଂ ଏହି ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଟର୍‌ବାଇନ୍ ଚଳାଏ। ଫଳରେ ଜେନରେଟର୍‌ରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ। ଏହି ବାଷ୍ପ ପୁଣି ଥଣ୍ଡା ହୋଇ କୋର୍ ମଧ୍ୟକୁ ଯାଇଥାଏ। ମାତ୍ର PWRରେ କୋର୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳକୁ 600° C ଉତ୍ତାପରେ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଏହା



[(1) ଚାପଦିଆ ଷ୍ଟିଲ୍‌ପାତ୍ର, (2) ବାଷ୍ପ ସେପାରେଟର୍, (3) ଫୁଏଲ୍ ଏଲିମେଣ୍ଟ, (4) କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ରଡ଼୍, (5) କଂକ୍ରିଟ୍ ସିଲ୍, (6) ପମ୍ପ, (7) ଜଳ ପ୍ରବେଶ ପଥ, (8) ବାଷ୍ପ, (9) କଣ୍ଡେନ୍‌ସର୍, (10) ରିଆକ୍ଟର୍, (11) ଟର୍‌ବାଇନ୍, (12) ଜେନରେଟର୍।]

ଉପରେ ଭୀଷଣ ଚାପ ଦିଆଯାଏ । ଏହାକୁ ଏକ ଉତ୍ତାପ ବଦଳକାରୀ (Exchanger) ମଧ୍ୟକୁ ପଠାଯାଏ ଏବଂ ଏଠାରେ ଅନ୍ୟ ଜଳକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରି ବାଷ୍ପ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାଏ । ଏହା ଟର୍ବାଇନ୍‌କୁ ଚଳାଏ । ଫଳରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।



[(1) ଚାପଦିଆ ସିଲ୍‌ପାତ୍ର, (2) କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ରଡ୍, (3) ଫୁଏଲ୍ ଏଲିମେଣ୍ଟ, (4) ଜଳ, (5) ପ୍ରେସରାଇଜର, (6) ପମ୍ପ, (7) କଂକ୍ରିଟ୍ ସିଲ୍, (8) ବାଷ୍ପ, (9) ଜଳ, (10) କଣ୍ଡେନ୍‌ସର୍, (11) ରିଆକ୍ଟର୍, (12) ତାପ ବଦଳକାରୀ, (13) ଟରବାଇନ୍, (14) ଜେନରେଟର୍ ।]

ମାତ୍ର ଫୁଟୁଥିବା ପାଣିଦ୍ୱାରା ପରିଚାଳିତ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ଅନ୍ୟ ଏକ ଅସୁବିଧା ରହିଛି । ଗରମ ପାଣି କୋର୍ ମଧ୍ୟରେ ବୁଲୁଥିବାବେଳେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ମାଡ଼ରେ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ହୋଇପଡ଼େ । ତେଣୁ ଏହି ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବାଷ୍ପ ପୁଣି ଥଣ୍ଡାହୋଇ ରିଏକ୍ଟର୍ ମଧ୍ୟକୁ ଯାଇଥାଏ । ତେଣୁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା ଯେଭଳି କ୍ଷରଣ (leak) ନହୁଏ ସେଥିପାଇଁ ପ୍ରତିରୋଧକ ବ୍ୟବସ୍ଥା କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ମାତ୍ର PWRରେ ଏହି ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ଥଣ୍ଡାପାଣି ଏବଂ ଟର୍ବାଇନ୍ ଚଳାଇବା ପାଣି ଅଲଗା ରଖି କରାଯାଇପାରେ ।

ସେସବୁ ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି, ବିଗତ କେତେବର୍ଷ ଧରି ଉପରୋକ୍ତ ରିଏକ୍ଟର୍ ଉପରେ ଖୁବ୍ ସମାଲୋଚନା ହୋଇଛି । ଏହି ସମାଲୋଚନାର ଦୁଇଟି ଯୁକ୍ତି ଅତ୍ୟନ୍ତ

ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ପ୍ରଥମତଃ ବଡ଼ବଡ଼ ଚାପଜନିତ ପାତ୍ର ଷ୍ଟିଲ୍‌ରେ ତିଆରି କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ ଏବଂ ଏହା ଏକ ପ୍ରକାର ସ୍ପେଶାଲ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଝଳେଇକରିବା ଅତ୍ୟନ୍ତ କଷ୍ଟକର । ଏହି ଝଳେଇ ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ସନ୍ତୋଷଜନକ ନହେବା ଫଳରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲୁଥିବା ସମୟରେ ଫାଟିଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ରହିଥାଏ । ଦ୍ୱିତୀୟତଃ କୋର୍ ମଧ୍ୟକୁ ହଠାତ୍ ପାଣି ବନ୍ଦହୋଇଯିବାର ମଧ୍ୟ ସମ୍ଭାବନା ରହେ । ପାଣି ବନ୍ଦହେବା ମାତ୍ରେ ରିଏକ୍ଟର୍‌ର ଉତ୍ତାପ ବଢ଼ିଯାଏ ଏବଂ ଏହା ଚାପଜନିତ ପାତ୍ର ବା ରିଏକ୍ସନ୍ ଚାଲିଥିବା ପାତ୍ରକୁ ଖସିପଡ଼ିବାଦ୍ୱାରା ପାତ୍ରକୁ ନଷ୍ଟ କରି ପୁଣି ଭୂମି ମଧ୍ୟକୁ ନିପତିତ ହୁଏ । ଏହା ଭୂମି ମଧ୍ୟରେ ଜଳସ୍ତର ସହିତ ମିଶି ସମଗ୍ର ଜଳକୁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ କରିଦେଇପାରେ । ଏହା ସାଧାରଣତଃ PWR ବିଷୟରେ କୁହାଯାଏ । ସେଥିପାଇଁ ଜରୁରୀକାଳୀନ ଜଳଯୋଗାଣ ବ୍ୟବସ୍ଥା ସମସ୍ତ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ କରାଯାଇଥାଏ ।

ବ୍ରିଟେନ୍‌ରେ ଅନ୍ୟଏକ ପ୍ରକାର ରିଏକ୍ଟର୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହାକୁ ଗ୍ୟାସ୍ କୁଲ୍‌ଡ଼ (Gas Cooled Reactor) (GCR) ବା ବାଷ୍ପଜନିତ ଥଣ୍ଡାକରୁଥିବା ରିଏକ୍ଟର୍ କୁହାଯାଏ । ଏଥିରେ ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ମଡ଼ରେଟର୍ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହାକୁ ବହୁତ ଅଙ୍ଗାରକାମ୍ଳ ବାଷ୍ପ ପ୍ରେରଣ କରି ଥଣ୍ଡା କରାଯାଇଥାଏ । WCR ଏବଂ GCR ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ହେଲା ବାଷ୍ପଦ୍ୱାରା ଥଣ୍ଡା ହେଉଥିବା ରିଏକ୍ଟର୍ ଆକାରରେ ବହୁତ ବଡ଼ ଏବଂ ଏହା ରିଏକ୍ଟର୍ ସୁରକ୍ଷାର ସମ୍ଭାବନା ବଢାଇଥାଏ ।

ବ୍ରିଡ଼ର ରିଏକ୍ଟର୍ (Breeder Reactor) ବା ପ୍ରଜନକ ରିଏକ୍ଟର୍ :

ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି ସାଧାରଣ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ କିପରି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ମାଡ଼ ଫଳରେ U^{238}, P_u^{239}ରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଅଧିକ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଇନ୍ଧନ ସୃଷ୍ଟି କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ପ୍ରଜନକ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ (Breeder Reactor) U^{238} ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ଦ୍ୱାରା ଅଧିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଧରିବାକୁ ଉତ୍ସାହିତ କରାଯାଏ । ଫଳରେ ଅଧିକ P_u^{239} ସୃଷ୍ଟିହୋଇପାରିବ । ଏହି ରିଏକ୍ଟର୍ କୋର୍‌ରେ କୌଣସି ମଡ଼ରେଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏନାହିଁ । କାରଣ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ଗତିକୁ ବାଧା ଦିଆଯାଏନାହିଁ ଏବଂ ଯେତେ ବେଶୀ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ U^{238} ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ସହିତ ସଂଯୋଜନ ହୋଇପାରେ ତାହା ସେତେ ବେଶୀ P_u^{239} ଇନ୍ଧନ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ସେଥିପାଇଁ ଏହାର ନାମ 'ବ୍ରିଡ଼ର୍ ରିଏକ୍ଟର୍' ରଖାଯାଇଛି । ମାତ୍ର 'ବ୍ରିଡ଼ର୍ ରିଏକ୍ଟର୍'ର ସମାଲୋଚକମାନେ ଏହାକୁ ବିଭିନ୍ନ କାରଣ ହେତୁ ପସନ୍ଦ କରିନଥାନ୍ତି । ପ୍ରଥମତଃ ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍ ଏକ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତେଜକ (toxic) ବସ୍ତୁ । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଏହାର ତାପଜ ଚାଳକତା (ଥର୍ମାଲ୍ କଣ୍ଡକ୍ଟିଭିଟି) କମ୍ । ତେଣୁ କୋର୍ ମଧ୍ୟରୁ ଉତ୍ତାପ ନିର୍ଗତ କରାଇବା ପାଇଁ ଅସୁବିଧା ହୋଇଥାଏ । ପୁଣି କୋର୍ ମଧ୍ୟରେ

ମଡ଼ରେଟର୍ ନଥିବା ହେତୁ ଏହାକୁ ଥଣ୍ଡା କରିବା ପାଇଁ ତରଳ ସୋଡ଼ିୟମ୍ ଧାତୁ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁପଡ଼େ। ଯେହେତୁ କୋର୍‌ର ଆୟତନ ବହୁତ କମ୍ ଥାଏ ଏହା ମଧ୍ୟକୁ ତରଳ ସୋଡ଼ିୟମ୍ ବହୁତ ବେଗରେ ପ୍ରବେଶ କରାଇବାକୁ ପଡ଼େ। ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଗୋଟାଏ ଲିଟର ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରୁ 400 କିଲୋୱାଟ୍ ଉତ୍ତାପ ନିଷ୍କାସିତ କରିଥାଏ। ଯଦି କୌଣସି ଅବସ୍ଥାରେ ଏହା ବନ୍ଦହୋଇଯାଏ ତା'ହେଲେ ରିଏକ୍ଟର୍ ଗରମ ହୋଇ ତରଳିଯାଏ। ବ୍ରିଡ଼ର୍ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍ (239) ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ରିଏକ୍ଟର୍‌ରୁ ବାହାରୁଥିବା ଅବ୍ୟବହୃତ ପଦାର୍ଥରେ P_u^{239} ଏତେ ଥାଏ ଯେ ଏହାର ବିଶୁଦ୍ଧତା ୨୦%ରୁ ଅଧିକ। ଏଭଳି ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍ ପରମାଣୁ ବୋମା ତିଆରି କରିବା ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ। ଫଳରେ ବ୍ରିଡ଼ର୍ ରିଏକ୍ଟର୍ ନାମରେ ଦେଶମାନେ ପରମାଣୁ ବୋମା ତିଆରି କରିପାରନ୍ତି।

ରିଏକ୍ଟର୍‌ର ସୁରକ୍ଷା

ରିଏକ୍ଟର୍ ତିଆରି କରିବା ସମୟରେ ଦୁର୍ଘଟଣା ନଘଟିବା ପାଇଁ ସମସ୍ତ ଦୃଷ୍ଟି ଦିଆଯାଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଅନେକ ସମୟରେ ଦୁର୍ଘଟଣା ଘଟିଥାଏ। ଅବଶ୍ୟ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କଳକାରଖାନା ଅପେକ୍ଷା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ କମ୍ ଦୁର୍ଘଟଣା ଘଟିଛି। ଏଭଳି ଦୁର୍ଘଟଣା 1952 ମସିହାରେ ଓଣ୍ଟାରିଓର ଚକ୍‌ରିଭର୍ ପାୱାର୍‌ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ଘଟିଥିଲା। ରିଏକ୍ଟର୍‌ଟି ଭାରୀଜଳଦ୍ୱାରା ଚାଳିତ ହେଉଥିଲା ଏବଂ ଅଳ୍ପ ଶକ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଥିଲା। ଥଣ୍ଡା କରୁଥିବା ଜଳ ବନ୍ଦହେବାଦ୍ୱାରା ଏଥିରେ ଚେନ୍ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସୃଷ୍ଟିହୋଇଥିଲା। କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ରଡ୍ ଭର୍ତ୍ତି କରିବାକୁ ଯାଇ ଅପରେଟର୍ ଭୁଲ କରି ବସିବା ଫଳରେ ରିଆକ୍ଟର୍‌ର ଉତ୍ତାପ ବହୁତ ବଢ଼ିଯାଇ କୋର୍ ତରଳିଯାଇଥିଲା। ମାତ୍ର ସୁରକ୍ଷା ବ୍ୟବସ୍ଥା ଭଲ ଥିବା ହେତୁ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଗବେଷଣାଗାରରେ କାମ କରୁଥିବା ଲୋକଙ୍କ ଉପରେ ବିଶେଷ ପ୍ରଭାବ ପଡ଼ିନଥିଲା। 1957 ମସିହାରେ ଗ୍ରେଟ୍‌ବ୍ରିଟେନ୍‌ର ଉଇଣ୍ଡସ୍କେଲ୍‌ଠାରେ ମଧ୍ୟ ଏକ ଦୁର୍ଘଟଣା ଘଟିଥିଲା। ଏଥିରେ ରିଏକ୍ଟର୍‌ଟି Gas Cooled Reactor ଥିଲା ଏବଂ ପ୍ଲୁଟୋନିୟମ୍ ଉତ୍ପନ୍ନକାରୀ ଥିଲା। ଗ୍ୟାସ୍ ଦ୍ୱାରା ଥଣ୍ଡା ହେଉଥିବା ରିଏକ୍ଟର୍‌ରେ ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିଲା। କୋର୍ ମଧ୍ୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ଗତି ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ଦ୍ୱାରା କମ୍ ହୋଇଥାଏ। ଗ୍ରାଫାଇଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଦ୍ୱାରା ଧକ୍କା ପାଇ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି, ଫଳରେ ଗ୍ରାଫାଇଟ୍‌ର ସଂରଚନା (Structure) ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିବଳ (Stress) ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। ଏହି ପ୍ରତିବଳ (Stress) କ୍ରମେ କ୍ରମେ ବଢ଼ିଚାଲେ। ଗ୍ରାଫାଇଟ୍‌କୁ ପୁନଃ ପୂର୍ବାବସ୍ଥାକୁ ଫେରାଇଆଣିବାକୁ ହେଲେ ଧୀରେ ଧୀରେ ଉତ୍ତପ୍ତ କରାଇବାକୁ

ପଡ଼େ। ଏହି ପ୍ରୋସେସ୍‌କୁ ତାପାନୁଶୀତନ (Annealing) କହନ୍ତି। ଏହାଫଳରେ ପ୍ରତିବଳ (Stress) କମିଯାଏ ଏବଂ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ପୁଣି ନିଜ ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିଥାଆନ୍ତି।

ମାତ୍ର କୌଣସି କାରଣ ହେତୁ ଗ୍ରାଫାଇଟ୍‌ରେ ଏହି ପ୍ରତିବଳ (Stress) ବଢ଼ି ଚାଲିଲେ କୋର୍‌ରେ ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟିଥାଏ। ଉଇଣ୍ଡସ୍କେଲ୍ ପାଓ୍ୱାର୍‌ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ଏହା ଘଟିଥିଲା। ଏହା ଘଟିବାର ଦିନେ ପରେ ଏହା ଜଣାପଡ଼ିଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଏହି ଦୁର୍ଘଟଣାରୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥିବା ତେଜସ୍କ୍ରିୟତାରେ ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଅଞ୍ଚଳର ସମସ୍ତ ଦୁଧ ବିଷାକ୍ତ ହୋଇଯାଇଥିଲା, ଫଳରେ ତାହା ନଷ୍ଟ କରି ଦିଆଯାଇଥିଲା। ତୃତୀୟ ଦୁର୍ଘଟଣା ଘଟିଥିଲା 1966 ମସିହାରେ ଆମେରିକାର ଡ଼େଟ୍ରୋଏଟ୍‌ଠାରେ। ଏହି ରିଏକ୍ଟରଟି ଦ୍ରୁତ ପ୍ରଜନକ (Fast Breeder) ରିଏକ୍ଟର୍ ଥିଲା ଏବଂ 200–300 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବାର କ୍ଷମତା ଥିଲା। ଏଥିରେ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ରଡ୍ ଗୁଡ଼ିକ ପୋଡ଼ିଯିବାରୁ ଦୁର୍ଘଟଣା ଘଟିଥାନ୍ତା। ମାତ୍ର ଠିକ୍ ସମୟରେ ଜଣାପଡ଼ିଯିବା ହେତୁ ଏହାକୁ ବନ୍ଦକରିଦିଆଯାଇଥିଲା। ଏଥିରେ କିଛି କ୍ଷୟକ୍ଷତି ହୋଇନଥିଲା। ମାତ୍ର ଗତ 1987 ମସିହାରେ ସବୁଠାରୁ ବଡ଼ ଦୁର୍ଘଟଣା ଘଟିଥିଲା ରୁଷ୍‌ର ଚେର୍‌ନୋବିଲ୍ ଠାରେ। ଏହାଫଳରେ ବହୁସଂଖ୍ୟକ ଲୋକ ପ୍ରାଣ ହରାଇବା ସହିତ ଶହଶହ କିଲୋମିଟର ବିସ୍ତୃତ ସବୁଜ ବନପ୍ରାନ୍ତର ଧ୍ୱଂସହୋଇ ମରୁଭୂମିରେ ପରିଣତ ହୋଇଥିଲା। ଏହା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ଇତିହାସରେ ଏକ ମର୍ମନ୍ତୁଦ ଦୁର୍ଘଟଣା ରୂପେ ମନେରହିବ। ଏହାପରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରୁଥିବା ରାଷ୍ଟ୍ରମାନେ ଆଉ ଅଧିକ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବେ କି ନାହିଁ ବୋଲି ଚିନ୍ତିତ ହୋଇପଡ଼ିଛନ୍ତି। ଏପରିକି ଫ୍ରାନ୍ସ ପରି କେତେକ ରାଷ୍ଟ୍ର ତାଙ୍କର ଏହି ପ୍ରୋଗ୍ରାମ୍ କମାଇ ଦେବାକୁ ସ୍ଥିର କରିଛନ୍ତି।

ଭାରତ ଓ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି :

ପଞ୍ଚଶୀଳ ନୀତିର ପ୍ରତିଷ୍ଠାତା ଭାବେ ଭାରତ ସର୍ବଦା ପରମାଣୁ ଶକ୍ତିର ସଦୁପଯୋଗ କରିବା ପାଇଁ ଉପଦେଶ ଦେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ନିଜେ ଏହା କରିପାରିଛି। ଭାରତର ବିଶିଷ୍ଟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ହୋମି ଜାହାଙ୍ଗୀର ଭାବାଙ୍କ ନେତୃତ୍ୱ ଏବଂ ପଣ୍ଡିତ ଜବାହାର ଲାଲ୍ ନେହେରୁଙ୍କ ଉଦ୍ୟମରେ ପ୍ରଥମେ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ବିଭାଗ ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିଲା। ଏହି ବିଭାଗଦ୍ୱାରା ଭାବା ପରମାଣୁ ଗବେଷଣା ସଂସ୍ଥା (BARC) ଏବଂ ଟାଟା ମୌଳିକ ଗବେଷଣା କେନ୍ଦ୍ର ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିଲା। ବର୍ତ୍ତମାନ ଭାରତରେ ପରମାଣୁ ବିଭାଗ ଅଧୀନରେ ୩୬ଟି କେନ୍ଦ୍ରରେ ଗବେଷଣା ଏବଂ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଛି। 1987 ମସିହାରେ ଭାରତୀୟ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି କର୍ପୋରେସନ୍ (Nuclear Power

Corporation of India) ନାମରେ ଏକ ନୂତନ ସଂସ୍ଥା ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି । ଏହା ଦେଶରେ **ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତିର** ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁଯାୟୀ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରିବା ପାଇଁ ପ୍ରକଳ୍ପମାନ ହାତକୁ ନେବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ପାଓ୍ୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟର ସୁରକ୍ଷା ପ୍ରତି ଦୃଷ୍ଟିଦେବ । 2000 ମସିହା ସୁଦ୍ଧା 10,000 ମେଗାଓ୍ୱାଟ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବା ଆଶା କରାଯାଏ ।

ସାରଣି

ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ

	1969-70	1979-80	1986-87
ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତି (ମିଲିୟନ୍ ୟୁନିଟ୍)	1339	2876	5023
ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି (ମିଲିୟନ୍ ୟୁନିଟ୍)	51989	104627	187605
ସମସ୍ତ ଶକ୍ତିରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତିର ଶତକଡ଼ା ହାର	2.6	2.7	2.7

୧୯୮୭ ମସିହା ଡ଼ିସେମ୍ବର ସୁଦ୍ଧା ପୃଥିବୀର ବିଭିନ୍ନ ଦେଶରେ ଚାଲୁଥିବା ଓ ତିଆରି ହେବା ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ପାଓ୍ୱାର୍ ରିଆକ୍ଟର

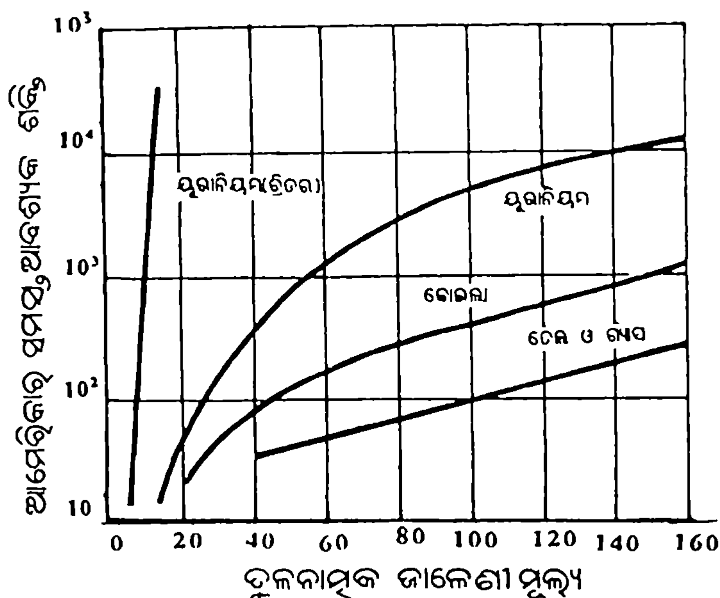
ଦେଶର ନାମ	କେତୋଟି ୟୁନିଟ୍ ଚାଲୁଛି	ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କ୍ଷମତା (Mw)	କେତୋଟି ୟୁନିଟ୍ ତିଆରି ହେଉଛି	ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କ୍ଷମତା (Mw)	ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତିର ଶତକଡ଼ା ହାର
ଆର୍ଜେଣ୍ଟିନା	2	935	1	692	13.4
ବେଲଜିୟମ୍	7	5477	–	–	66.0
ବ୍ରାଜିଲ୍	1	626	1	1245	0.5
ବୁଲଗେରିଆ	5	2585	2	1906	28.6
କାନାଡ଼ା	18	12142	4	3524	15.1
ଚୀନ	–	–	2	1188	–
କ୍ୟୁବା	–	–	2	816	–
ପୂର୍ବତନ ଚେକୋସ୍ଲୋଭାକିଆ	8	3207	8	5120	25.9
ଫିନ୍‌ଲାଣ୍ଡ	4	2310	–	–	36.6
ଫ୍ରାନ୍ସ	53	49398	10	13124	69.8

ପ. ଜର୍ମାନୀ	5	1694	6	3432	10.3
ପୂ. ଜର୍ମାନୀ (ପୂର୍ବତନ)	21	18947	4	4047	31.3
ହଙ୍ଗେରୀ	4	1645	–	–	39.2
ଭାରତ	6	1154	8	1760	2.6
ଇରାନ୍	–	–	2	2392	–
ଇଟାଲୀ	2	1120	3	1999	0.1
ଜାପାନ୍	36	2688	12	10692	26.9
କୋରିଆ	7	5380	2	1800	53.1
ମେକ୍ସିକୋ	–	–	2	1308	–
ନେଦରଲାଣ୍ଡ	2	507	–	–	5.2
ପାକିସ୍ଥାନ୍	1	125	–	–	1.0
ପୋଲାଣ୍ଡ	–	–	2	880	–
ରୋମାନିଆ	–	–	3	1980	–
ଦକ୍ଷିଣ ଆଫ୍ରିକା	2	1842	–	–	4.5
ସ୍ପେନ୍	9	6529	–	–	45.3
ସ୍ୱିଡେନ୍	12	9646	–	–	38.3
ତାଇୱାନ୍	6	4884	–	–	48.5
ପୂର୍ବତନ ରୁଷ	56	36616	28	25098	11.2
ଇଂଲଣ୍ଡ	38	10294	4	2520	17.5
ଆମେରିକା	106	92982	13	14844	17.7
ଯୁଗୋସ୍ଲାଭିଆ	1	632	–	–	5.6
ସମଗ୍ର ପୃଥିବୀ	417	297497	120	101357	16

(ସାରଣିଟି IAEA News Features, Vienna, Austria, 15th April, 1988 ରୁ ଗୃହୀତ)

ଉପରୋକ୍ତ ସାରଣିରୁ ଜଣାଯାଏ ଆଣବିକ ଶକ୍ତିର ହାର ଭାରତବର୍ଷରେ ଅନ୍ୟଦେଶମାନଙ୍କଠାରୁ କମ୍। ତଥାପି ଭାରତର ଆଣବିକ ଶକ୍ତି ପାଇଁ ପ୍ରୋଗ୍ରାମ୍ ଅତି ଉତ୍ସାହଜନକ। ଭାରତରେ ପ୍ରଥମ ରିଏକ୍ଟର୍ 1956 ମସିହାରେ ହୋମି ଭାବାଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱାବଧାନରେ ଟ୍ରମ୍ବେଠାରେ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା। ଏହାର ନାମ 'ଅପ୍ସରା'। ଏହା ସାଧାରଣତଃ ଆଇସୋଟୋପ୍ ତିଆରି କରୁଛି। 1960 ମସିହାରେ କାନାଡ଼ା ସରକାରଙ୍କ ସହାୟତାରେ CIRUS ରିଏକ୍ଟର୍ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା। ଏହା ପରେ ପରେ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ସ୍ଥାପନ ହୋଇଛି। ସେଗୁଡ଼ିକ (Tarapur Atomic

Power Plant – TAPPC) ତାରାପୁର, ରାଜସ୍ଥାନ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ (RAPP), ମାଡ୍ରାସ୍ ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ, କଳ୍ପକମ୍, ନାରୋରା ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ, କାକ୍ରାପୁର ପାୱାର୍ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ଏବଂ କାଇଗା (କର୍ଣ୍ଣାଟକ)ଠାରେ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍ ବସାଇବା ପାଇଁ ସ୍ଥିରହୋଇଛି।



ଭାରତ ପରମାଣୁ ଶକ୍ତିର ଉପଯୋଗ ମାନବ ଜାତିର ହିତସାଧନ ପାଇଁ କରିଆସିଛି, 1974 ମସିହାରେ ରାଜସ୍ଥାନର ପୋଖରନଠାରେ ପରମାଣୁ ବୋମା ବିସ୍ଫୋରଣ କରି ଭାରତ ନିଜର ସାମର୍ଥ୍ୟ ପ୍ରତିପାଦନ କରିପାରିଛି, ମାତ୍ର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ କେବଳ ସେତିକିରେ ଅଟକି ରହିନାହାନ୍ତି। ଆଜି ପରମାଣୁ ଶକ୍ତି ପ୍ରୟୋଗ କରି ବଡ଼ ବଡ଼ ଚିନାବାଦାମ ଉତ୍ପାଦନ କରାଯାଇପାରୁଛି। ଫଳ ତଥା ପନିପରିବା ଇତ୍ୟାଦି ସଂରକ୍ଷଣ ମଧ୍ୟ କରାଯାଇପାରୁଛି। ସେହିଭଳି ବିଭିନ୍ନ ଆଇସୋଟୋପ୍ ତିଆରି କରାଯାଇ ଔଷଧ ହିସାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଛି। ପ୍ରକୃତରେ ଦେଖିବାକୁ ଗଲେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଶକ୍ତିର ମୂଲ୍ୟ ଅନୁପାତରେ କମ୍।

ସଂଯୋଜନ ବା (Fusion) କ'ଣ ?

ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ଆମେ ବିଭାଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିଛୁ। ମାତ୍ର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରୁ ଶକ୍ତି ବାହାର କରିବାର ଅନ୍ୟ ଏକ ପନ୍ଥା ଅଛି, ତାହା ହେଉଛି Fusion ବା ସଂଯୋଜନ।

ଦୁଇଟି ହାଲୁକା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ସଂଯୋଜନକୁ ଫ୍ୟୁଜନ୍ କହନ୍ତି ଏବଂ ଏହାଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ଭାରୀ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ। ଗୋଟିଏ ହିଲିୟମ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ଦୁଇଟି ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଥିବା ହେତୁ ଏହା ସ୍ଥିର। ତେଣୁ ଯଦି ଦୁଇଟି ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌କୁ ଅତି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ କରାଯାଇପାରେ ତା'ହେଲେ ହିଲିୟମ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ଏବଂ ଏଥିରେ ପ୍ରଭୂତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ। ପ୍ରକୃତ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପାଇଁ ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଅତି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବା ଦ୍ୱାରା ତାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କୁଲମ୍ବବଳ ବଢ଼େ। ଦୂରତା ଯେତେ ହ୍ରାସ ପାଇଥାଏ, ବଳ ସେତେ ବଢ଼ିଥାଏ। ଏହା 5×10^{-15} ମିଟର ଦୂରତ୍ୱ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବଳବତ୍ତର ରହେ। ତେଣୁ ଏହି ବଳକୁ ଜିଣିବା ପାଇଁ ପ୍ରଭୂତ ଶକ୍ତି ଦରକାର ହୋଇଥାଏ। ଏଥିପାଇଁ ଦରକାର ହେଉଥିବା ଶକ୍ତି 4.5×10^{-14} ଜୁଲସ୍ ଏବଂ ତାପମାନ 2×10^{9} କେଲଭିନ୍। ଏହା ଅତି ଉତପ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍। ତେଣୁ ଏତେ ଉଚ୍ଚତାପମାନ ବିଜ୍ଞାନାଗାରରେ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ଅତ୍ୟନ୍ତ କଷ୍ଟକର ବ୍ୟାପାର। ଉଚ୍ଚତାପଜନିତ ସଂଯୋଜନକୁ ତାପଜ ନ୍ୟୁକ୍ଲିସୀୟ (Thermonuclear) ସଂଯୋଜନ କୁହାଯାଏ। ମାତ୍ର ଏଥିରେ ସମସ୍ୟା ହେଉଛି ଏତେ ଉଚ୍ଚତାପ କେଉଁ ପଦାର୍ଥ ସହ୍ୟ କରିପାରିବ? ସବୁଠାରୁ ବେଶୀ ତାପ ସହ୍ୟ କରିପାରୁଥିବା ପଦାର୍ଥ ହାଫ୍‌ନିୟସ୍ କାର୍ବାଇଡ୍ ବା ଟାଣ୍ଟାଲମ୍ କାର୍ବାଇଡ୍ 4150 କେଲଭିନ୍ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ତାପ ସହ୍ୟକରିପାରେନା। ଏଥିପାଇଁ 2×10^{9} K ତାପ ବିଶିଷ୍ଟ ଗ୍ୟାସ୍ ପାତ୍ରର କାନ୍ଥ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିବାକୁ ଦିଆଯାଏନାହିଁ। ଏହା କରିବାକୁ ହେଲେ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ପ୍ଲାଜମା ଅବସ୍ଥାକୁ ଆଣିବାକୁ ପଡ଼େ। ପ୍ଲାଜମା (Plasma) ବସ୍ତୁର ଚତୁର୍ଥ ଅବସ୍ଥା ଅଟେ। ପ୍ଲାଜମା ଅବସ୍ଥାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଏବଂ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଆନ୍ତି। ତେଣୁ ଏହାକୁ ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥ କୁହାଯାଇପାରେ ଯେଉଁଥିରେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ଧନରାଶି ଏବଂ ଋଣରାଶିଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ କଣିକା ଗତିକରୁଥାଆନ୍ତି। ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା 'କନ୍‌ଫାଇନ୍‌ମେଣ୍ଟ୍' (confinement) କରାଯାଇପାରେ। ତେଣୁ ପ୍ଲାଜମାରେ ତାପମାନ ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ ମଧ୍ୟ ପାତ୍ରର କାନ୍ଥ ପୃଷ୍ଠରେ ଏହା ବେଶୀ ତାପ ସୃଷ୍ଟିକରେନାହିଁ। ତେଣୁ ପ୍ଲାଜମା (plasma) ଦ୍ୱାରା ତାପ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ସଂଯୋଜନ (Thermonuclear Fusion) ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ। ଆଜିକାଲି ଏହି ଅବସ୍ଥା ସୃଷ୍ଟି କରିବା ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ମେସିନ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ 'ଟୋକ୍‌ମାକ୍' ନାମକ ରିଏକ୍ଟର୍ ବିଶେଷ ପ୍ରସିଦ୍ଧି ଲାଭକରିଛି। ଭାରତରେ ଅହମଦାବାଦ୍‌ସ୍ଥିତ ପ୍ଲାଜମା ଗବେଷଣାଗାରରେ ଏଭଳି ଏକ 'ଟୋକ୍‌ମାକ୍' (Tokomak) ସ୍ଥାପନ କରାଯାଇଛି। ଏହାଦ୍ୱାରା 2×10^{8} K ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରୁଛି। ଯଦି ଏହି ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ପ୍ରକୃତରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ପାଇଁ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କରାଯାଇପାରେ ତା'ହେଲେ ଶକ୍ତିର ଆବଶ୍ୟକତା ମେଣ୍ଟାଇ ଦିଆଯାଇ ପାରିବ। କାରଣ Deuterium-Tritium

ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ପ୍ରଭୂତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇପାରିବ ଏବଂ Deuterium ଜଳରୁ ମିଳିପାରିବ। ଟ୍ରିଟିୟମ୍ Tritium, ଲିଥିୟମ୍ (Lithium) ମୌଳିକ ଧାତୁ ସହିତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ମାତ୍ର ଦ୍ୱାରା ତିଆରି କରାଯାଇପାରିବ।



$$Li^{6} + n \longrightarrow Tritium + He^{4} + 4.8 MeV.$$

ଭୂତତ୍ତ୍ୱବିତ୍‌ମାନେ କହନ୍ତି, ପୃଥିବୀର ଥିବା ସମସ୍ତ ଲିଥିୟମ୍ ଥିବା ଖଣିଜ ପଦାର୍ଥରୁ ସଂଯୋଜନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ 1000 Q ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରିବ। $1\ Q = 10^{18}$ Btu $\simeq 10^{8}$ Kilojoules. ବର୍ତ୍ତମାନ ପୃଥିବୀରେ ପ୍ରତିବର୍ଷ ବ୍ୟବହାର ହେଉଥିବା ଶକ୍ତିର ମାନ ମାତ୍ର 0.1 Q ଏବଂ 2000 A.D. ବେଳକୁ ଏହା 0.5 Q ହେବ। ତେଣୁ କେବଳ ଲିଥିୟମ୍ ସମଗ୍ର ବିଶ୍ୱକୁ ଧ୍ୱଂସମୁଖରୁ ରକ୍ଷାକରିପାରିବ ବୋଲି ଆଶାକରାଯାଏ।

—

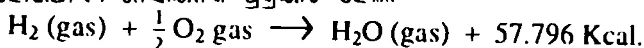
ନବମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଉଦ୍‌ଜାନ ଶକ୍ତି

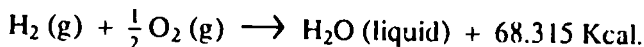
ଅକ୍ଷୟ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ବାଷ୍ପର ଉତ୍ପନ୍ନ ଶକ୍ତି ଅନ୍ୟତମ। ଉଦ୍‌ଜାନ ଜଳ, ସ୍ଥଳ ଏବଂ ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣରେ ମିଳିଥାଏ। ଏହା ଇନ୍ଧନ ହିସାବରେ ଅନ୍ୟ ଜାଳେଣିଠାରୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ପରିଷ୍କାର ଏବଂ ପରିବେଶକୁ ଦୂଷିତ କରେନାହିଁ ଏବଂ କଳକାରଖାନାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବା ଭଳି ଏକ ଜାଳେଣି ଶକ୍ତି। ଏହା ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଏବଂ ତେଲ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ସ୍ଥାନରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରେ। କେବଳ ଏହାର ସଂରକ୍ଷଣ ଏକ ସମସ୍ୟା ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ଆଜି ବିଶେଷଭାବେ ଆଦୃତ ହୋଇପାରିନାହିଁ।

ଉଦ୍‌ଜାନ ଶକ୍ତି କେଉଁଠାରୁ ମିଳେ ?

ଆମେ ଜାଣୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ଏବଂ ଅମ୍ଳଜାନ ଠିକ୍ ପରିମାଣରେ ମିଶିଲେ ଜଳ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ। ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାଟି ହେଲା –



$$H_2\,(gas) + \frac{1}{2}O_2\,gas \longrightarrow H_2O\,(gas) + 57.796\ Kcal.$$



$$H_2\,(g) + \frac{1}{2}O_2\,(g) \longrightarrow H_2O\,(liquid) + 68.315\ Kcal.$$

ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ 57.796 କିମ୍ବା 68.315 କିଲୋ କାଲୋରୀ ଶକ୍ତି ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ପୃଥିବୀରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଉଦ୍‌ଜାନ ଶକ୍ତି ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍ ସହିତ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ, ଅମ୍ଳଜାନ ବା ବାୟୁର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଘଟାଇ ତିଆରି କରାଯାଇଥାଏ। ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟର୍ ରିଏକ୍ଟର୍‌ରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଜଳର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ (Electrolysis) କରାଯାଇ ସେଥିରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରେ।

ସାଧାରଣତଃ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉପାୟମାନଙ୍କରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଥାଏ।

(କ) **ଜଳର ବୈଦ୍ୟୁତିକ** ବିଶ୍ଳେଷଣ ।

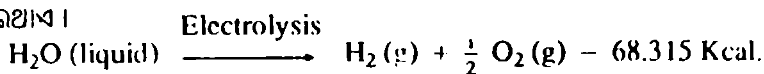
(ଖ) ଜଳର ତାପଜ ରାସାୟନିକ (Thermo Chemical)) ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

(ଗ) ଜଳର ଫଟୋଲିସିସ୍ ବା ଆଲୋକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ।

(ଘ) ଜଳରେ ଥିବା ଜୀବବିଜ୍ଞାନୀୟ ତନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକ ସିଧା ସୌର-ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ଉଦ୍‌ଜାନ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥାଆନ୍ତି ।

ଜଳର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ :

ଜଳ ମଧ୍ୟଦେଇ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ସଞ୍ଚାରିତ କଲେ, ଜଳରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ ।

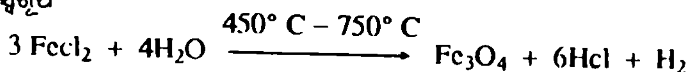


$$H_2O\,(liquid) \xrightarrow[\text{ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ}]{\text{Electrolysis}} H_2\,(g) + \tfrac{1}{2}\,O_2\,(g) - 68.315\ \text{Kcal.}$$

ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ୬୪.୩୧୫ କିଲୋ କାଲୋରୀ ଶକ୍ତି ବାହାରୁ ଶୋଷିତ ହୋଇଥାଏ । ସାଧାରଣତଃ 300 K ତାପମାତ୍ରା ଏବଂ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପ ଅବସ୍ଥାରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପ୍ରଣାଳୀର ଶକ୍ତିଦକ୍ଷତା 120% ଏବଂ ସେଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିର ମାନ 1.23 ଭୋଲଟ୍ । ବ୍ୟାବସାୟିକ ଜଳ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପ୍ଲାଣ୍ଟ୍‌ରେ ସାଧାରଣତଃ ଦିନକୁ 500^3 ରୁ 40×10^6 ଘନଫୁଟ୍ ଉଦ୍‌ଜାନ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ଏଥିପାଇଁ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ସେଲ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ; ଏକ-ଧ୍ରୁବୀୟ (Unipolar) ଏବଂ ଦ୍ୱି-ଧ୍ରୁବୀୟ (Bipolar) । Unipolar ସେଲ୍‌ରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍, କେଥୋଡ୍ ବା ଏନୋଡ୍ ହିସାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରେ । ବାଇପୋଲାର୍ ସେଲ୍‌ରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍‌ର ଉଭୟ ପଟ ଏନୋଡ୍ ବା କେଥୋଡ୍ ହିସାବରେ କାମ କରିପାରେ । ସାଧାରଣତଃ ଏକ ଧ୍ରୁବୀୟ ସେଲ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଜୀବନ କାଳ 25 ବର୍ଷ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକର ଦକ୍ଷତା 100% ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ବାଇପୋଲାର୍ ସେଲ୍‌ର ଦକ୍ଷତା ୨୦% ହୋଇଥାଏ ।

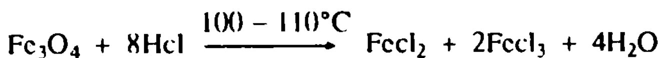
ତାପଜଜନିତ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ପ୍ରସ୍ତୁତି —

ଉଚ୍ଚତାପମାନ ଯୁକ୍ତ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ —

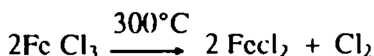


$$3\,Fecl_2 + 4H_2O \xrightarrow{450°\,C - 750°\,C} Fe_3O_4 + 6Hcl + H_2$$

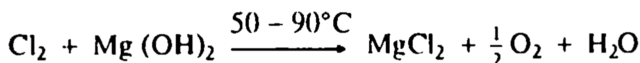
ଏହାର ବିସ୍ତୃତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ନିମ୍ନଭାବେ ଘଟିଥାଏ ।



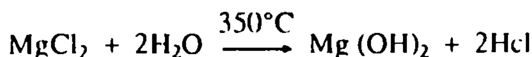
$$Fe_3O_4 + 8HCl \xrightarrow{100-110^\circ C} FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$$



$$2FeCl_3 \xrightarrow{300^\circ C} 2FeCl_2 + Cl_2$$



$$Cl_2 + Mg(OH)_2 \xrightarrow{50-90^\circ C} MgCl_2 + \frac{1}{2}O_2 + H_2O$$

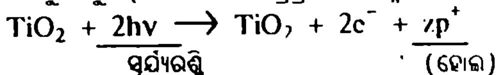


$$MgCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{350^\circ C} Mg(OH)_2 + 2HCl$$

ଏହି ପ୍ରଣାଳୀରେ ମାତ୍ର 41% ଦକ୍ଷତା ମିଳିଥାଏ। ଯଦିଓ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦକ୍ଷତା 85% ହୋଇଥାଏ, ପ୍ରକୃତରେ କାର୍ଯ୍ୟରେ ଏହା ବହୁ ପରିମାଣରେ କମିଯାଏ। ଏହା ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ବିଭିନ୍ନ ପାଦରେ ଶକ୍ତିଟ ପ୍ରକୃତ କ୍ଷୟ ଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ।

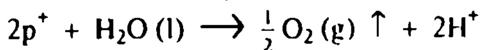
ଜଳର ଆଲୋକ ସଂଶ୍ଳେଷଣ :

ଜଳ ମଧ୍ୟରେ n-type TiO_2 ଅର୍ଦ୍ଧସୁପରିବାହୀ (semiconductor) ଏକକ ସ୍ଫଟିକ ବା କ୍ରିଷ୍ଟାଲ୍ (crystal) ର ଏକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ରଖି ତହିଁରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ପକାଇଲେ ଜଳ ମଧ୍ୟରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥାଏ। ଜଳକୁ 1.25 ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଭୋଲଟ୍‌ର ଶକ୍ତି ପ୍ରଦାନ କରି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ଉପାୟରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ନିର୍ଗତ କରାଯାଇପାରେ। (1.25 eV = 1000nm) ମାତ୍ର TiO_2ର ବେଣ୍ଡ୍ ଗ୍ୟାପ୍ ଏହା ଅପେକ୍ଷା ବହୁତ ବେଶୀ $\simeq 3.0$ eV। ତେଣୁ ଜଳର ଆଲୋକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା (photolysis) ପାଇଁ ଏପରି ଏକ ଅର୍ଦ୍ଧସୁପରିବାହୀ ନେବା ଆବଶ୍ୟକ ଯାହାର Band gap 1.25 eV ମଧ୍ୟରେ ରହୁଥିବ। ତେଣୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାଟି ନିମ୍ନଲିଖିତ ଭାବେ ଗତିକରେ।

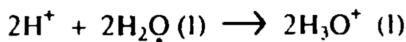


$$TiO_2 + \underset{\text{ସୂର୍ଯ୍ୟରଶ୍ମି}}{\underline{2h\nu}} \longrightarrow TiO_2 + 2e^- + \underset{\text{(ହୋଲ)}}{\underline{2p^+}}$$

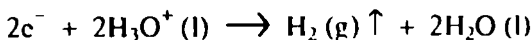
P^+ ବା ହୋଲ୍‌ଗୁଡ଼ିକ TiO_2 ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋଡ୍ ପାଖରେ ଜଳ ସହିତ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ହାଇଡ୍ରୋନିୟମ୍ ଆୟନ୍ ସୃଷ୍ଟିକରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଅମ୍ଳଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି।



$$2p^+ + H_2O(l) \longrightarrow \frac{1}{2}O_2(g)\uparrow + 2H^+$$

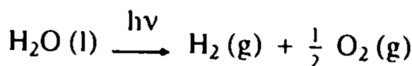


$$2H^+ + 2H_2O(l) \longrightarrow 2H_3O^+(l)$$



$$2e^- + 2H_3O^+(l) \longrightarrow H_2(g)\uparrow + 2H_2O(l)$$

ଅର୍ଥାତ୍ **ସର୍ବଶେଷରେ**



$$H_2O\,(l) \xrightarrow{h\nu} H_2\,(g) + \frac{1}{2}\,O_2\,(g)$$

ଅବଶ୍ୟ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀରେ କଳକାରଖାନାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେବାପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଉଦ୍‌ଜାନ କେତେ ତିଆରି ହୋଇପାରିବ ତାହା ବର୍ତ୍ତମାନ କହିବା କଷ୍ଟକର, ମାତ୍ର ଆଲୋକ ସଂଶ୍ଳେଷଣଦ୍ୱାରା ଉଦ୍‌ଜାନ ତିଆରି କରିବା ସମ୍ଭବ ଏହା ସ୍ୱତଃସିଦ୍ଧ ଅଟେ ।

ଜୀବବିଜ୍ଞାନୀୟ ତନ୍ତ୍ର ଦ୍ୱାରା ଆଲୋକ ସଂଶ୍ଳେଷଣ :

ଜଳରେ ଥିବା କେତେକ ଜୀବବିଜ୍ଞାନୀୟ ତନ୍ତ୍ର ଫଟୋଲିସିସ୍‌ରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଆନ୍ତି । କେତେକ ବ୍ଲୁ-ଗ୍ରୀନ୍ (Blue-green) ଆଲ୍‌ଜି ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଆଣବିକ ଉଦ୍‌ଜାନ ଏବଂ ଅମ୍ଳଜାନ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିଥାଆନ୍ତି । ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଉଦ୍ଭିଦଗଣ ଫଟୋସିନ୍ଥେସିସ୍ ବା ଆଲୋକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପ୍ରଣାଳୀଦ୍ୱାରା ଆଣବିକ ଉଦ୍‌ଜାନ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥାଆନ୍ତି । ମାତ୍ର ଏସବୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ପ୍ରକୃତ ବ୍ୟବହାରରେ ଲାଗିପାରିନାହିଁ । ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ତରଳ ଅବସ୍ଥାରେ ମୋଟରଗାଡ଼ିମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରେ । ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ଉଡ଼ାଜାହାଜ କିମ୍ବା ମହାକାଶଯାନମାନଙ୍କରେ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହାର ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କରେ ଅଳ୍ପ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରେ । ମୋଟରଗାଡ଼ିମାନଙ୍କରେ ଏଥିପାଇଁ କାର୍ବୁରେଟର୍ ଇତ୍ୟାଦିକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ଅନ୍ତର୍ଦହନ ଇଂଜିନ୍‌ମାନଙ୍କରେ ମଧ୍ୟ ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରେ । ଯେଉଁ ଫୁଏଲ୍ ସେଲ୍‌ମାନ ସିଧାସଳଖ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରନ୍ତି ସେଗୁଡ଼ିକରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଡ଼ିଜେଲ୍ ଇଂଜିନ୍ ଆଦି ଅତି ସହଜ ପରିବର୍ତ୍ତନରେ ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ବ୍ୟବହାର କରିପାରନ୍ତି । ବର୍ଷ ବର୍ଷ ଧରି ମହାକାଶରେ ଚାଲୁଥିବା ଯାନଗୁଡ଼ିକରେ ମଧ୍ୟ ଏହା ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରି ଯାନକୁ କକ୍ଷପଥରେ ରଖିପାରେ । ମାତ୍ର ଉଦ୍‌ଜାନ ଗ୍ୟାସ୍ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦହନଶୀଳ ହୋଇଥିବାରୁ ବ୍ୟବହାରକାରୀ ସାବଧାନ ରହିବା ଉଚିତ୍ ।

ତରଳ ଉଦ୍‌ଜାନ ଆଉ କେତେକ ଅଧିକ ସମସ୍ୟା ସୃଷ୍ଟିକରିଥାଏ । ତରଳ ଉଦ୍‌ଜାନର ନିମ୍ନତାପ (−423°F) ବିଶେଷ ବିପଦ ସୃଷ୍ଟିକରେ । ଏତେ ନିମ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ କେବଳ ହିଲିୟମ୍‌କୁ ଛାଡ଼ି ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍ ତରଳ ଅବସ୍ଥା ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଅନ୍ତି । ଅମ୍ଳଜାନ ଏବଂ ଉଦ୍‌ଜାନର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କରେ ବିଶେଷ ତଫାତ୍ ନଥିବା ହେତୁ ତରଳ ଉଦ୍‌ଜାନ ଅମ୍ଳଜାନରେ ବହୁପରିମାଣରେ ରହିଯାଏ । ତେଣୁ ଯଦି ତରଳ ଉଦ୍‌ଜାନକୁ ଭଲଭାବେ ବନ୍ଦ କରି ରଖାନଯାଏ ତା'ହେଲେ ସ୍ଥାନେ ସ୍ଥାନେ ଅମ୍ଳଜାନ ରହିବା ଦ୍ୱାରା ନିଆଁ ଲାଗିଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ଟେକ୍ନୋଲୋଜି ବା ଶିଳ୍ପବିଜ୍ଞାନ ସହିତ ଉଦ୍‌ଜାନ ଯେ ଦିନେ ବିକଳ୍ପ ଶକ୍ତି ହିସାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇପାରିବ ଏଥିରେ ସନ୍ଦେହ ନାହିଁ। ବୈଜ୍ଞାନିକ ଚିନ୍ତାଧାରା ଉପରେ ବହୁ ଉପନ୍ୟାସ ଲେଖିଥିବା ଲେଖକ ଜୁଲସ୍ ବାର୍ଣ୍ଣେ ତାଙ୍କର 'The Mysterious Island' ବହିରେ ଲେଖିଛନ୍ତି –

"....and what will men burn when there is no coal? Water, yes my friends, I belive that one day water will be employed as a fuel, that hydrogen and oxygen which constitute it used singly or together, will furnish an inexhaustible source of heat and light."

["....ଏବଂ କୋଇଲା ସରିଗଲେ ମଣିଷ କ'ଣ ବ୍ୟବହାର କରିବ? ହଁ ମୋର ବଂଧୁ, ଜଳ ନିଶ୍ଚୟ । ଜଳ ଯେ ଦିନେ ଜାଳେଣି ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର ହେବ ଏହା ମୁଁ ବିଶ୍ୱାସ କରେ। ଏଥିରେ ଥିବା ଉଦ୍‌ଜାନ ଏବଂ ଅମ୍ଳଜାନ ଅଲଗା ଅଲଗା ଭାବେ ବା ଏକତ୍ରିତ ଭାବେ ଉତ୍ତାପ ଏବଂ ଆଲୋକର ଏକ ଅସରନ୍ତି ଉତ୍ସରୂପେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବେ।"]

—

ଦଶମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ

ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କହିଲେ ସାଧାରଣତଃ ଶକ୍ତି ସଂଗ୍ରହ କରି ତାକୁ ଧରି ରଖି ପୁଣି ଦରକାର ସମୟରେ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ବୁଝାଏ। ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ଏପରି ହୋଇଥାଏ, ଶକ୍ତିର ଆବଶ୍ୟକତା ନଥାଏ ମାତ୍ର ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥାଏ। ଏପରି ଅବସ୍ଥାରେ ଶକ୍ତିର ସଂରକ୍ଷଣ କରି ପରେ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ। ସାଧାରଣତଃ ତିନିପ୍ରକାର ଉପାୟରେ ଶକ୍ତିର ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଇପାରେ।

(କ) ଥର୍ମାଲ୍-ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ
(ଖ) ଯାନ୍ତ୍ରିକ-ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ
(ଗ) ବୈଦ୍ୟୁତିକ-ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ
(ଘ) ପ୍ରାକୃତିକ-ଗ୍ୟାସ୍ ସଂରକ୍ଷଣ
(ଡ) ତରଳ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ସଂରକ୍ଷଣ

ଥର୍ମାଲ୍ ବା ତାପଜ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ –

ପଦାର୍ଥକୁ ଗରମ କରି, ତରଳାଇ ବା ବାଷ୍ପୀଭୂତ କରି ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଇପାରେ। ଉଚ୍ଚତାପମାତ୍ରାରେ ପଦାର୍ଥକୁ ଗରମ କରି ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କଲେ ତାହାକୁ ସମ୍ବେଦ୍ୟ ତାପ ସଂରକ୍ଷଣ (Sensible Heat Storage) କହନ୍ତି। ଏହି ଦକ୍ଷତା ସାଧାରଣତଃ ପଦାର୍ଥର ଆପେକ୍ଷିକ ଉତ୍ତାପ (Specific Heat) ଏବଂ ଘନତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ କୌଣସି ପଦାର୍ଥର ପ୍ରାବସ୍ଥା (Phase) ପରିବର୍ତ୍ତନ ସମୟରେ ଶକ୍ତି ଲୁକ୍କାୟିତ ଉତ୍ତାପ (Latent Heat) ରୂପେ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ରହିପାରେ। ଜଳ sensible heat storage ର ଏକ ଉତ୍ତମ ଉଦାହରଣ। ଏହା 100°C ରୁ କମ୍ ଉତ୍ତାପରେ ବେଶ୍ ଭଲ ଶକ୍ତି ଧରିରଖିପାରେ। 9.4×10^2 ft^3 ଆୟତନର ଜଳ ଏକ ବାରେଲ୍ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍‌ରେ ଥିବା ଶକ୍ତିକୁ 35°C ରେ ଧରିରଖିପାରେ।

ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ –

କୌଣସି ଉଡ଼ନ୍ତାଚ଼କର (fly wheel) ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଇପାରେ। ଉଡ଼ନ୍ତାଚ଼କ (fly wheel) ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ବହୁକାଳରୁ ପ୍ରଚଳିତ ଅଛି। 1950 ଦଶନ୍ଧିରେ ସୁଇଜରଲାଣ୍ଡରେ ଓରଲିକନ୍ ବସ୍‌ରେ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ପାଇଁ fly wheel ବ୍ୟବହାର ହେଉଥିଲା। ଗୋଟିଏ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ମୋଟର୍ ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷିତ ହୋଇରହୁଥିଲା। ବସ୍ ବନ୍ଦରହିବା ସମୟରେ ଏହି ମୋଟର୍‌ରେ ଶକ୍ତି ରହୁଥିଲା। ବସ୍ ଚାଲିବା ସମୟରେ ଏହା ଜେନରେଟର୍ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିଲା। ଗୋଟାଏ ଛୋଟ ଅଟୋମୋବାଇଲ୍ ଘଣ୍ଟାକୁ 60 ମାଇଲ୍ ବେଗରେ 200 ମାଇଲ୍ ରାସ୍ତା ଯିବାକୁ ସାଧାରଣତଃ 300kwh (କିଲୋୱାଟ୍-ଘଣ୍ଟା) ଶକ୍ତି ଦରକାର କରେ।

ଏହି ଶକ୍ତିକୁ Lead-Acid ବେଟେରୀ ଦ୍ୱାରା ରଖିବାକୁ ହେଲେ 1 ଟନ୍ ଓଜନର ବେଟେରୀ ଦରକାର ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଯଦି ଏହାକୁ fused silica fibre ଦ୍ୱାରା ତିଆରି ହୋଇଥିବା fly wheel ସାହାଯ୍ୟରେ ରଖାଯାଏ ତା'ହେଲେ ଏହାର ଓଜନ ମାତ୍ର 60 କି.ଗ୍ରା. ହୋଇଥାଏ।

ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ –

ସାଧାରଣତଃ କୌଣସି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସର୍କିଟ୍‌ରେ ତିନୋଟି ଜିନିଷ ରହିଥାଏ – Capacitor, Inductor ଏବଂ Resistor। ତେଣୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣରେ ଏହି ତିନୋଟି କାମକରନ୍ତି।

Capacitive ସଂରକ୍ଷଣ ବ୍ୟବସ୍ଥା ସାଧାରଣତଃ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ବ୍ୟାବହାରିକ ସିଷ୍ଟମ୍‌ରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ସାଧାରଣତଃ ଏଗୁଡ଼ିକରେ ବେଶୀ ଶକ୍ତି ବହୁତ ସମୟ ପାଇଁ ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଏନାହିଁ। ସେହିପରି Inductive ସଂରକ୍ଷଣରେ ନିମ୍ନ ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ବିଦ୍ୟୁତସ୍ରୋତ ମିଶ୍ରିତ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରିପାରେ। ସାଧାରଣତଃ Capacitive ସଂରକ୍ଷଣଠାରୁ ଏହା 100 ଗୁଣ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରିପାରେ। ସାଧାରଣତଃ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ପାଇଁ ବେଟେରୀ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ମାତ୍ର ଅଧିକାଂଶ ବେଟେରୀରେ ବେଶୀଦିନ ଧରି ଶକ୍ତି ରଖି ହୁଏନାହିଁ। ମାତ୍ର ଆଜିକାଲି ନିକେଲ୍-କାଡ଼ମିୟମ୍ ବେଟେରୀରେ ବହୁଦିନ ଧରି ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ କରିହୁଏ। ମାତ୍ର ଏହାର ଦାମ୍ ବହୁତ ହୋଇଥାଏ। ସାଧାରଣତଃ କମ୍ପ୍ୟୁଟର୍ ବା ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କରେ ଏହା ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ନିକେଲ୍-ଜିଙ୍କ୍ ବେଟେରୀ ଏହା ଅପେକ୍ଷା ଶସ୍ତା ପଡ଼େ ଏବଂ ବେଶୀ ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟ ଧରିରଖିପାରେ। ଉଚ୍ଚତାପମାତ୍ରାର ସୋଡ଼ିୟମ୍-ସଲଫର୍ Na-S ବେଟେରୀ ଶକ୍ତି ଧରିରଖିପାରେ।

ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍ ସଂରକ୍ଷଣ –

ଆଜିକାଲି ଅଧିକାଂଶ ଲୋକ ଗ୍ୟାସ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଘରର ରୋଷାଇ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି। ତରଳ ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍‌କୁ ଚାପଜନିତ ସିଲିଣ୍ଡର୍‌ମାନଙ୍କରେ ସଂରକ୍ଷଣ କରି ରଖାଯାଇଥାଏ। ଏତଦ୍‌ବ୍ୟତୀତ ତୈଳକୂପ, ଉଷ୍ଣପ୍ରସ୍ରବଣ ଏବଂ ବଡ଼ ବଡ଼ ଗର୍ତ୍ତମାନଙ୍କରେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍ ଲୁକ୍କାୟିତ ହୋଇରହିଥାଏ। ବିଶେଷ କରି ମାଟି ତଳେ ଗ୍ୟାସ୍ ସଂରକ୍ଷଣ ଆମେରିକାରେ ବହୁଳ ଭାବେ ପ୍ରଚଳିତ। ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ୍‌ରୁ ଉଦ୍‌ଜାନ ଏବଂ ମିଥେନ୍ ଇତ୍ୟାଦି synthetic ଗ୍ୟାସ୍ ବା ଫୁଏଲ୍‌ମାନ ବଡ଼ ବଡ଼ container ରେ ସଂରକ୍ଷଣ କରି ଭବିଷ୍ୟତରେ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ରଖାଯାଏ।

ତରଳ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ସଂରକ୍ଷଣ –

ତରଳ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍‌ର ସଂରକ୍ଷଣ ପାଇଁ ସାଧାରଣତଃ ବଡ଼ ବଡ଼ ପାତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ। ଷ୍ଟିଲ୍ ଏବଂ ପୂର୍ବପ୍ରତିବଳିତ (prestressed) କଂକ୍ରିଟ୍‌ର ବଡ଼ବଡ଼ ଟାଙ୍କୀ ଏଥିପାଇଁ ଦରକାର ହୁଏ। ମାତ୍ର ଏଗୁଡ଼ିକୁ ରଖିବାପାଇଁ ବିସ୍ତୃତ ସ୍ଥାନ ଦରକାର ହୋଇଥାଏ। ସେଥିପାଇଁ ଅଧିକାଂଶ ସମୟରେ ଭୂମିତଳେ ସଂରକ୍ଷଣ କରିବାର ବ୍ୟବସ୍ଥା କରାଯାଏ। ଆମେରିକାରେ ଦୁଇ-ତୃତୀୟାଂଶ ତରଳ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଏ। ବଡ଼ ବଡ଼ ଖଣି ଖୋଳାହୋଇଥିବା ସ୍ଥାନମାନଙ୍କରେ ମଧ୍ୟ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ସଂରକ୍ଷଣ କରାଯାଇପାରେ। ମାତ୍ର ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା ଏଥିପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଟେକ୍ନୋଲଜି ଉଦ୍ଭାବନ ହୋଇନଥିବାରୁ ଏହା ସମ୍ଭବପର ହୋଇନାହିଁ। ମାଟି ତଳେ ସଂରକ୍ଷଣ କରିବା ଫଳରେ ନିଆଁଲାଗିବାର ଭୟନଥାଏ ଏବଂ ବାଷ୍ପୀକରଣ ମଧ୍ୟ କମ୍‌ହୋଇଥାଏ।

—